

# **Die Bedeutung von Ziegenmilch für die menschliche Ernährung**

**unter Berücksichtigung des Angebotes  
auf dem Bio-Markt**

**Brigitte Kengeter**

Schriftenreihe des Arbeitskreises für Ernährungsforschung  
Band 1

Literaturrecherche 2003  
für den Arbeitskreis für Ernährungsforschung e.V.  
Niddastr. 14, D-61118 Bad Vilbel

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	5
<b>1 Bedeutung und Umfang der Ziegenhaltung</b> .....	6
1.2 Ziegenrassen .....	9
1.3 Züchtung .....	11
1.4 Haltungsformen .....	11
1.5 Fortpflanzung .....	12
1.6 Fütterung .....	14
1.7 Laktation.....	17
1.8 Krankheiten .....	17
1.9 Hygiene/Mikrobiologische Qualität.....	19
1.9.1 Keim- und Zellzahlen .....	19
1.9.2 Klauenpflege.....	20
<b>2 Gewinnung von Ziegenmilch</b> .....	20
2.1 Einflussfaktoren auf die Milchzusammensetzung .....	20
und Qualität .....	20
<b>3 Zusammensetzung der Milch</b> .....	24
3.1 Wasser, Proteine, Fett, Kohlenhydrate .....	24
3.1.1 Wasser .....	24
3.1.2 Proteine.....	24
3.1.2.1 Molkenproteine .....	24
3.1.2.2 Caseine.....	26
3.1.2.3 Essentielle Aminosäuren.....	29
3.1.2.4 Biologische Wertigkeit.....	31
3.1.2.5 Taurine und freie Aminosäuren.....	32
3.1.2.6 Bewertung und Diskussion der ernährungsphysiologischen Bedeutung der Proteine .....	32
3.1.2.6.1 Ziegenmilch und das Allergierisiko.....	32
3.1.2.6.2 Verdaulichkeit der Proteine .....	34
3.1.3 Zusammensetzung des Fettes .....	36
3.1.3.1 Cholesterin .....	38
3.1.3.2 Größenverteilung der Fettkügelchen.....	38
3.1.3.3 Verdaulichkeit des Milchfettes .....	39
3.1.3.4 Diskussion Fette .....	40
3.1.3.4.1 Diskussion Linolsäure .....	40

3.1.4	Kohlenhydrate	41
3.2	Vitamine	42
3.2.1	Vergleich von Vitaminen in Kuh- und Ziegenmilch	42
3.2.2	Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von Kuh- und Ziegenmilch bei Erwachsenen	44
3.2.3	Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine durch Kuh- und Ziegenmilch von Kindern (1-15 Jahre)	44
3.2.4	Bedarfsdeckung von Vitaminen durch Kuh- und Ziegenmilch von Säuglingen im Vergleich zur Humanmilch	46
3.2.5	Diskussion Vitamine	47
3.3	Mineralstoffe und Spurenelemente	54
3.3.1	Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen durch Kuh- und Ziegenmilch bei Erwachsenen	55
3.3.2	Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen durch Kuh- und Ziegenmilch bei Kindern (1-15 Jahre)	56
3.3.3	Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen durch Kuh- und Ziegenmilch bei Säuglingen im Vergleich zur Humanmilch	57
3.3.4	Diskussion Mineralstoffe und Spurenelemente	58
3.4	Geschmack der Ziegenmilch	64
<b>4</b>	<b>Ziegenmilchprodukte und deren Bedeutung im konventionellen und Bio Markt</b>	<b>65</b>
4.1	Butter	66
4.2	Milcherzeugnisse	66
4.3	Käse	67
4.4	Säuglingsnahrung	69
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>69</b>
<b>6</b>	<b>Nachwort</b>	<b>73</b>
6.1	Gedanken zur Wesensqualität der Ziegenmilch	73
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	<b>75</b>
7.1	Quellenverzeichnis	75
7.2	Tabellenverzeichnis	77
7.3	Stichwortverzeichnis	79
	<b>Autorennotiz</b>	<b>80</b>

## Vorwort

Ziegenmilch weist eine steigende Verbreitung im Bio-Markt auf. Gleichzeitig haben viele Säuglinge und Kleinkinder Probleme mit Kuhmilch. Die Frage, ob Ziegenmilch hier eine Alternative darstellt und auch wie die ernährungsphysiologische Qualität zu beurteilen ist, war ein Anlass für die Erstellung dieser Arbeit. Es wird viel von anderer Vitaminzusammensetzung und Geschmack gesprochen, aber wie sieht es tatsächlich mit dem Wert der Ziegenmilch aus?

Daneben erfreuen sich die Ziegenmilchprodukte wie vor allem Käse zunehmender Beliebtheit.

Diese Studie über Ziegenmilch wurde als Projekt vom Arbeitskreis für Ernährungsforschung von der Dipl. Oekotrophologin *Brigitte Kengeter* durchgeführt. Ein zweiter Teil der Ausarbeitung befasst sich mit Schafmilch.



Foto: Thüringer Waldziegen (*Renee Herrnkind*)

# 1 Bedeutung und Umfang der Ziegenhaltung

Etwa 80 % der Ziegen werden aufgrund ihrer Anpassungsfähigkeit an die Klimabedingungen und ihre Anspruchslosigkeit in bezug auf Nahrung in subtropischen Ländern gehalten. Traditionell findet man Ziegen in EU-Ländern wie Griechenland (5 Mio.), Spanien (2,6 Mio.), Italien (100.000) und Portugal (700.000). Es zeigt sich aber eine Verschiebung des Gesamtziegenbestandes. Er ist zwischen 1992 und 1999 besonders in Italien um fast 90 % gefallen, in den Niederlanden um 126 % und in Deutschland um 60 % gestiegen.

In Deutschland wurden Ziegen bei einer Viehzählung zum letzten Mal 1977 erfasst, für die Entwicklung des Ziegenbestandes seit 1978 gibt es nur Schätzungen. Der Herdbuchbestand von 2000 zeigt die größte Konzentration an Ziegen in Bayern und Baden-Württemberg, gefolgt von Sachsen und Niedersachsen. Besonders in Niedersachsen und Sachsen hat der Ziegenbestand in den Jahren 1998 bis 2000 zugenommen (Tab. 1). Am stärksten vertreten ist die Rasse Bunte deutsche Edelziege, gefolgt von der Weißen deutschen Edelziege, der Burenziege und zuletzt von der Toggenburger Ziege (13, 41). Nur 10 % des gesamten Ziegenbestandes sind in Herdbuchbeständen eingetragen.

Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit spielen der Arbeitsaufwand bei der Produktion und der Verarbeitung, die Vermarktung und der Absatzpreis eine wichtige Rolle. Sofern Ziegen in Kleinhaltungen stehen, vorhandene Einrichtungen genutzt und auch Futtermittel wie Gras von Wegrändern, Blätter genommen werden, ist die Ziegenhaltung investitionsarm. Ist die Ziegenhaltung dagegen ein wirtschaftlicher Betriebszweig, sind die Investitionskosten wesentlich höher. Verglichen mit der Kuhhaltung ist in der Ziegenhaltung der Arbeitsaufwand beim Melken, der Käseherstellung und der Vermarktung höher. Es müssen entsprechend der gesetzlichen Vorgaben getrennte Räumlichkeiten geschaffen werden, die die hygienische Gewinnung von Milch, deren Verarbeitung und Verpackung sowie Lagerung der frisch verarbeiteten Produkte erlauben. Hinzu kommt, dass sämtliche Kenntnisse über die Herstellung von Ziegenkäse eigenständig erworben werden müssen. Auch die Sicherung eines Absatzmarktes ist mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden. Die Milchmenge muss groß genug sein, um eine rentable Verarbeitung und Vermarktung zu ermöglichen. Somit ist es ökonomisch

sinnvoll, Milchziegen mit hoher Milchleistung zu züchten. Daneben sollte das ganze Jahr über Milch zur Verfügung stehen, was bei der Ziege, die eine saisonale Milchproduktion hat, schwieriger ist als bei der Kuh.

Das wohl größte Problem ist die Vermarktung der Milch und Milchprodukte. Da die Ziegenmilchproduktion nicht unter die EU-Quotenregelung fällt und somit keine Kontingentierung erforderlich ist, ist die Ziegenmilchhaltung ein wirtschaftlicher Anreiz für viele Betriebe in Deutschland geworden. Während in Frankreich die Hälfte der Betriebe die Milch an Molkereien liefern, gibt es in Deutschland nur wenige Molkereien, die Ziegenmilch abnehmen und verarbeiten, so dass deutsche Ziegenhalter vielfach auf die Selbstvermarktung angewiesen sind. Dies kann von Vorteil sein, wie am Beispiel Frankreich zu sehen ist. Betriebe, die an Molkereien lieferten, waren von wirtschaftlichen Krisen stärker

**Tab. 1: Entwicklung der Herdbuchbestände (1998-2000) aller Milchziegen in Deutschland nach Landesverbänden**

Land	1998	1999	2000
Sachsen	465	1.290	1.849
Niedersachsen	0	0	1.093
Bayern	2.563	2.658	2.847
Hessen	417	457	541
Thüringen	498	639	706
Westfalen-Lippe	818	1.001	908
Rheinland-Pfalz	61	55	61
Schleswig-Holstein	234	215	227
Baden-Württemberg	1.629	1.905	2.253
Rheinland	381	358	382
Saarland	147	187	208
Berlin-Brandenburg	250	245	325
Sachsen-Anhalt	131	191	266
<b>Gesamt</b>	<b>7.594</b>	<b>9.201</b>	<b>11.666</b>

betroffen als jene, die ihren eigenen Absatzmarkt aufgebaut hatten. Eine allgemeine wirtschaftliche Krise von 1980 senkte die Nachfrage nach Ziegenkäse so stark, dass viele Ziegenhalter aufgeben mussten. Überleben konnten nur große, auf hohe Milchleistung orientierte Betriebe, die preisliche Einbußen besser verkraften konnten oder kleine, auf Selbstvermarktung ausgerichtete Ziegenhalter (13).

Ziegenmilchprodukte werden in „Gourmet-Kreisen“ und zunehmend von Kuhmilchallergikern geschätzt. Auch der erhöhte Zuwanderungsstrom von Menschen aus süd- und osteuropäischen Ländern hat die Nachfrage nach Ziegen- und Schafmilchprodukten erhöht. Trotz leicht steigender Nachfrage bleiben Ziegenmilchprodukte nach wie vor „Luxusartikel“. Diese Nischenprodukte können für kleine Betriebe, die eine Absatzmöglichkeit gefunden haben, ein durchaus rentabler Betriebszweig sein. Studien in Frankreich zeigten, dass Milchziegenbetriebe mit einem Bestand von 60-70 Ziegen und eigener Käseherstellung einen weit aus höheren Gewinn erzielen als Betriebe mit 140 Milchziegen und einem angestellten Melker, die ihre Milch an Käsereien lieferten.

Nach Erfahrungsberichten (26) besteht die Nachzucht zu 60 % aus weiblichen und zu 40 % aus männlichen Lämmern, wobei für Milchziegenbetriebe nur die weiblichen Tiere von Nutzen sind. Der unmittelbare Verkauf männlicher Lämmer ist unwirtschaftlich, so dass sich dieser



Bunte deutsche Edelziege



Weißer deutsche Edelziege

Betrieb damit hilft, diese zu mästen und das Fleisch später zu Salami und Schinken zu veredeln. Ein anderer Betrieb (27) findet einen sehr guten Absatz seines Fleisches in einem Gourmetrestaurant in einer nahe gelegenen Stadt.

## 1.2 Ziegenrassen

Traditionell bedingt überwiegen die milchbetonten Nutzungsrassen, hier werden nur die wichtigsten genannt: Etwa 70 % der in Deutschland gehaltenen Ziegen gehören der Rasse **Bunte deutsche Edelziege** mit rehbrauner Farbe an, die sich durch Frühreife, Langlebigkeit, besondere Anpassungsfähigkeit und hohe Leistung auszeichnet. Sie kann Spitzenleistungen bis zu 2000 kg Milch pro Jahr erbringen. 25-30 % des deutschen Ziegenbestandes macht die **Weißer deutsche Edelziege** aus, welche ebenfalls über Frühreife, besondere Anpassungsfähigkeit und hohe Leistung verfügt. Nach Erfahrungsberichten (27) ist diese Rasse für Biomilchziegenbetriebe nicht geeignet, da sie aufgrund der Züchtung zu empfindlich gegenüber Witterungsverhältnissen ist, ein zu weiches Euter hat und kein gutes Lammverhalten zeigt.

Die **Toggenburger Ziege** kommt ursprünglich aus der Schweiz, ist in den USA, Niederlanden und England und mittlerweile auch wieder in Deutschland verbreitet. Sie gilt als temperamentvoll, sehr widerstandsfähig, besonders anpassungsfähig und zeigt neben hohen Leistungen eine beachtenswerte Langlebigkeit.

Die **Burenziege**, aus Afrika stammend, besitzt ein ruhiges Temperament, hat sehr gute Muttereigenschaften und kann aufgrund ihrer Flexibilität im Saisonverhalten bis zu dreimal im Jahr ablammen. Sie hat eine sehr hohe Fleischleistung und mittlere Milchleistung. Ursprünglich brachten afrikanische Bantustämme auf ihrer Wanderung aus nördlich gelegenen Gebieten die Ziege ins südliche Afrika (Hottentotten-Ziege). Über die Jahrhunderte wurde sie unplanmäßig mit anderen Rassen gekreuzt. Die eigentliche „Burenziegen-Rasse“ ist in den vierziger Jahren entstanden. Die **Anglo-Nubier-Ziege** ist in Deutschland wenig verbreitet, zeichnet sich durch Milch-Fett-Gehalte von 4,5-5 % und Eiweißgehalte von 3,5-4 % aus. Die Saanenziege ist in Frankreich und in der Schweiz am weitesten verbreitet. Exot unter den Ziegen ist die **Girgentana-Rasse**, die in den Provinzen Agrigent (Girgenti) und Palermo auf Sizilien sowie in Umbrien vorkommt. Neben dem langen weißen Fell sind die bis zu 50 cm langen Schraubenhörner charakteristisch, die senkrecht nach oben wachsen (13; 25). Daneben gibt es noch alte Haustierrassen wie die Thüringer Waldziegen (s. Vorwort).



Burenziege

### 1.3 Züchtung

Selbst in der Ziegenhaltung halten gentechnische Manipulationen Einzug, die bereits fragwürdige Ausmaße angenommen haben. Es wird zum Beispiel versucht, die Gene der Merkmale wie Ohrlänge, Haarfarbe, Haarlänge, Bart, Horn (d.h. Hornbildung oder Hornlosigkeit und Hornform), „die Glöckchen“ (kleine Hautanhängsel am Hals der Ziegen, welche keine Funktion zu haben scheinen, sondern für manche Ziegenhalter ein Ärgernis darstellen, denn sie können sich zu Zysten umbilden und andere Tiere zum Saugen animieren) zu lokalisieren, um sie über genetische Maßnahmen zu manipulieren.

Im medizinischen Bereich wird versucht, fremde Gene in das Erbgut einzubringen, damit die Milch bestimmte wirksame Bestandteile aufweist. So wird in den USA bereits Ziegenmilch gewonnen, die Antithrombin III (zur Behandlung von Blutgefäßkrankheiten), Antitrypsin (zur Behandlung von Hautkrankheiten) und Wachstumshormonen enthält. Züchterische Ziele zur Beeinflussung des Fett- und Eiweißgehaltes gehen jedoch immer mit einer Verminderung der Milchmenge einher.

Heutzutage wird versucht, Ziegen auf Hornlosigkeit zu züchten. Da man schon früh einen Zusammenhang zwischen Hornlosigkeit und dem Vorkommen von Zwittern erkannt hat, sollte wenigstens ein Elternteil gehört sein. Das Merkmal Hornlosigkeit ist von einem Genort abhängig, wobei das Allel für hornlos dominant ist über das für die Hornausbildung (13). All diese Methoden sollten nicht als wissenschaftlicher Fortschritt gelobt, sondern eher kritisch hinterfragt werden.

### 1.4 Haltungsformen

In Entwicklungsländern werden Ziegen ähnlich wie Schafe und Schweine frei gehalten, wo sie sich von Hausabfällen ernähren. In Ostasien gibt es auch eine Haltung auf Aquakultur, d.h. die Ställe mit Spaltenboden sind über Fischteiche gebaut, so dass der Dung direkt ins Wasser gelangt und somit als Fischfutter zur Verfügung steht.

Standortgebundene, extensiv gehaltene Herden sind in Westasien, Balkan und einigen Mittelmeerländern verbreitet. Hier wechseln die Herden ihren Standort nach Futterangebot oder Jahreszeit. Intensiv betriebene Ziegenhaltung konzentriert sich auf die Länder Frankreich, Spanien, Griechenland, Holland und Deutschland, bei der die Milchleistung im

Vordergrund steht (13).

Bei Intensivnutzung sind drei Haltungsformen zu nennen.

1. **Boxenhaltung**, die einen großen Raumbedarf und hohen Arbeitsaufwand hat und nur angemessen ist, wenn wenige Tiere gehalten werden.
2. **Anbindehaltung**, die im Hinblick auf artgerechte Haltung in Frage steht und eher aus Tradition aus der Kuhmilchwirtschaft in Kleinbetrieben übernommen wurde.
3. **Laufstallhaltung**, bei der eine Trennung in Fress-, Lauf- und Liegebereich vorgenommen wird. Die Ziegen werden entweder auf Stroh oder Spaltenboden gehalten. Die Ziegen sollten dabei als große Gruppe gehalten und nicht in kleine aufgeteilt werden. Beim Weideauftrieb käme es sonst zu Streitigkeiten unter den Ziegen, da die soziale Rangordnung gestört ist.

Der Weidegang entspricht dem artbedingten Bewegungsbedürfnis der Ziegen und fördert die Kondition der Tiere. Da Ziegen gegenüber länger anhaltender Regennässe und Wind relativ empfindlich sind und mit Atemwegserkrankungen reagieren, sollte der Weidegang gezielt vorgenommen werden (25). Ziegen sind sehr wählerisch in ihrem Fressverhalten (hohes Gras wird verweigert) und müssen zum Fressen von für die Tiere weniger attraktivem Futter wie z.B. Klee erzogen werden. Außerdem können sie leicht Zäune überqueren (13).

Die Ziegenhaltung sollte einfach sein. Oftmals werden vorhandene Ställe umgebaut. Ziegen fühlen sich bei Temperaturen zwischen 10-15°C und einer relativen Luftfeuchte von 85 % wohl. Auch niedrige Temperaturen mit trockener Luft sind gut verträglich. Wichtig ist, dass sie nicht zu feuchter Luft und Zugluft ausgesetzt sind (13).

## 1.5 Fortpflanzung

Schon im Alter von 3-4 Monaten sind Ziegen geschlechtsreif. Die Zuchtreife aber ist erst nach 7-9 Monaten erreicht, d.h. dass die Bedeckung bei normaler Entwicklung der Ziege risikolos erfolgen kann. Ziegen haben ein saisonales Brunstverhalten und sind verstärkt im Herbst bockig. Die Trächtigkeitsdauer beträgt fünf Monate. Die Decksaison kann zeitlich etwas gedehnt werden, so dass die Ziegen zwischen August/September und Dezember bocken.

Wird z.B. der Bock mehrere Wochen vor Beginn der gewünschten Deck-



zeit völlig von den Ziegen getrennt und dann wieder zu den Ziegen gelassen, werden die Ziegen zur Brunst stimuliert und können schon nach wenigen Tagen mit der Ovulation reagieren. In der konventionellen Milchziegenhaltung bieten Hormonbehandlungen eine weitere Möglichkeit. Durch Verabreichung von Progesteron (es wird drei Wochen lang in Form eines Schwämmchens eingeführt) und späterer Injektion eines Hormons zur Follikelreifung kann man den Zyklus und den Brunstzeitpunkt der Ziege steuern. Ziegen sind aber imstande, Antikörper gegen die Hormone zu bilden und somit auf die künstliche Brunstmanipulation nicht zu reagieren. Eine weitere Methode ist die Haltung bei künstlichem Lichtrhythmus. Der die Geschlechtstätigkeit auslösende Faktor ist die abnehmende Tageslänge, die 7-10 Wochen nach dem längsten Tag beginnt. Den Ziegen werden durch künstliches Licht längere Tage vorgetäuscht. In Frankreich ist es erlaubt, zusätzlich noch Melatonin zu geben, welches in der Natur von der Epiphyse abgesondert wird und signalisiert: Kurze Nacht – langer Tag. In Deutschland ist die Melatoninbehandlung nicht erlaubt (13; 25).

Die Fruchtbarkeit der Ziege ist hoch. Geringe Fruchtbarkeit ist auf Mängel in der Fütterung, Krankheiten oder Fehler im Deckbetrieb zurückzuführen. Zwillinge sind bei erwachsenen Ziegen die Regel. Die

Lebensdauer einer Ziege kann bis zu 15 Jahren betragen, ab dem achten Lebensjahr nimmt die Häufigkeit der Mehrlingsgeburten ab.

## 1.6 Fütterung

In der Ziegenfütterung können im Prinzip die gleichen Futtermittel in Frage kommen wie in der Rinder- und Schaffütterung, wobei die Ziege wesentlich wählerischer und im Futterangebot immer das Besondere wünscht. Oft sucht sie auch Futterpflanzen, die von Rind und Schaf verschmäht werden, wie z.B. Disteln, Brombeerbüsche, Brennnesseln oder Gartenabfälle. Die wichtigsten Grundfutterkomponenten bilden Grünland und daraus hergestellte Futtermittel wie Heu und Grassilage. Diese können durch Ackerbauprodukte wie Getreide, Futterrüben, Stroh, Maissilage ergänzt werden. Besonders bei der Verwendung von Grassilage ist auf sehr gute Qualität zu achten. Nicht stabile Silagen können zu Fehlgärungen bei der Käseherstellung führen, schlechte Grassilagen sind oft ein Nährboden für Clostridien (25). Enthält die Silage viel Erde oder hatte einen zu geringen Luftabschluss bei der Gärung, kommt es zur Vermehrung von Clostridien. Die Sporen der Clostridien gelangen über die Silage in die Milch und beeinträchtigen Geschmack und Aussehen des daraus hergestellten Käses, insbesondere Hartkäse negativ (13).

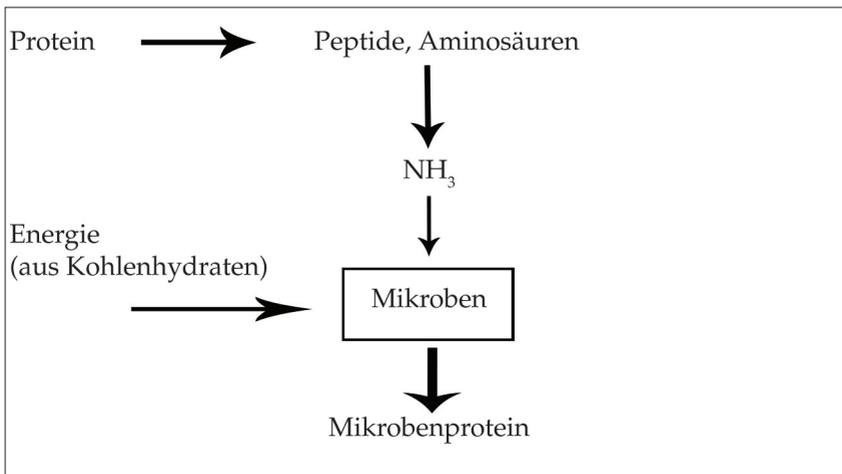
Nach Erfahrungsberichten zweier Milchziegenhalter ist der Clostridienbefall ein gravierendes Problem der Milchziegenhalter. Man sollte nie Kuh- oder Ziegengung auf Grünland ausbringen, das später der Beweidung oder der Silageherstellung dienen soll. Ein Bioland-Betrieb hat einen stalleigenen Impfstoff gegen Clostridien entwickelt, durch dessen Anwendung er keine Probleme mehr hat (26; 27).

Bei Fütterung von Maissilage ist auf eine Heuzufütterung zu achten, da es sonst zu Pansenübersäuerung und/oder Verfettung der Ziege kommt. Als Krafffutter eignen sich unsere heimischen Getreidearten, wobei Hafer und Gerste bevorzugt, Weizen und Roggen verhaltener gefressen werden. Aufgrund des hohen Phosphat- und niedrigen Calciumgehaltes eignen sie sich sehr gut als Ergänzung von calciumreichen, phosphatarmen Grundfuttermitteln wie Heu, Grassilage. Zur Anreicherung des Fettanteils im Krafffutter werden Sojabohnen, Erdnüsse, Raps, Sonnenblumen, Baumwoll- und Leinsaat genommen. Die Eiweißkomponente stammt aus den Ölsaatrückständen (Trester), als wichtigster Vertreter

sind die Erzeugnisse aus der Sojabohnenverarbeitung zu nennen. Bei Demeter und Bioland soll das Kraftfutter für Wiederkäuer selbst produziert sein.

Die Ursache von Ernährungsstörungen ist entgegen einer landläufigen Meinung häufiger ein Mangel an Energie als ein Mangel an anderen Nahrungskomponenten. Hauptenergiequellen sind Kohlenhydrate, die aus Zellinhaltsstoffen und Zellwänden (Rohfasern) der Futterpflanzen stammen. Die Kohlenhydrate werden im Pansen des Wiederkäuers durch Mikroorganismen zu kurzkettigen Fettsäuren (Essig-, Propion- und Buttersäure) abgebaut. Je höher der Anteil an Propionsäure, desto besser ist das jeweilige Futtermittel als Energiequelle geeignet, außerdem wird weniger Methan gebildet. Der Zellwandgehalt eines Futters sollte mindestens 30 % betragen, wobei dieser in den meisten Raufuttermitteln zwischen 35-70 % liegt. Propionsäure wird besonders gut für das Wachstum, Essigsäure für die Milchfettbildung verwertet. Entsteht im Pansen ein hoher Anteil an Propionsäure, steht mehr Fett für die Ablagerung in Körpergewebe und weniger Fett für die Milchbildung zur Verfügung. Es wird eine Milch mit geringem Fettgehalt produziert. Propionsäure wiederum ist der Ausgangsstoff der Glucose, aus der unter anderem Laktose gebildet wird. Der Organismus ist bestrebt, den Laktosegehalt relativ konstant zu halten. Bei unzureichender Energieversorgung des Tieres

**Grafik 1: Proteinumsetzung im Pansen beim Wiederkäuer**



wird relativ wenig Propionsäure gebildet. Als Folge kommt es nicht zum Absenken des Laktosegehaltes der Milch, sondern zur Erniedrigung der Milchmenge (13; 25).

Das Milchfett wird bis zu einer Kettenlänge von 16 C-Atomen aus Essig- und Buttersäure aufgebaut während längere Fettsäuren dem Futter- und Körperfett direkt entstammen. Aus Heu wird viel Essigsäure gebildet, während hohe Kraftfutterportionen die Bildung von Buttersäure zur Folge haben. Mit Futter, aus dem viel Buttersäure gebildet wird, wird der Fettgehalt um 0,2-0,4 % gesenkt; dabei steigt der Anteil von Stearin- und Ölsäure. Somit ist die Fettsäurezusammensetzung durch die Fütterung beeinflussbar.

Außerdem hat die Milch zum Ende des Melkens einen höheren Fettgehalt als zu Beginn des Melkens, so dass besonders auf gründliches Ausmelken zu achten ist (25.)

Die hohe Milchleistung am Anfang der Laktation, bei der unzureichende Energie übers Futter aufgenommen werden kann, führt zur Mobilisierung von Körperfett. Dieses begünstigt den Anteil langkettiger C 18-Fettsäuren in der Milch.

Der größte Teil des für die Körperfunktionen benötigten Proteins wird mit Hilfe der Pansenmikroben gebildet, so dass Wiederkäuer nur einen geringen Teil ihres Proteinbedarfs über das Futter decken. Protein aus Futtermitteln wird zunächst zu einfachen Stickstoffverbindungen wie Ammoniak abgebaut und dann wieder zu Bakterienprotein aufgebaut. Das Mikrobenprotein wird dann im Dünndarm enzymatisch verdaut. Für den Aufbau zu Mikrobenprotein benötigen sie Energie, die aus dem Abbau der Kohlenhydrate stammt. Weniger wichtig ist die Hochwertigkeit des Futterproteins als die Gewährleistung einer optimalen Mikrobentätigkeit. Für diese ist ein gewisser Mindestgehalt an Aminosäuren im Futter erforderlich. Um den Mikroorganismen des Pansens optimale Wachstumsbedingungen zu sichern, ist ein ausgeglichenes Verhältnis von Energie zu Eiweiß erforderlich. Ein zu stickstoffhaltiges Futter enthält zu wenig Energie für die Mikrobentätigkeit, einem stärke- und zellulosereichem fehlt der Stickstoff. Die Ziege scheint bei unausgeglichenem Futter sehr empfindlich zu reagieren.

Der Eiweißgehalt der Milch ist weniger von der Fütterung abhängig als der Fettgehalt. Eine energetische Unterversorgung senkt den Eiweißgehalt der Milch um 0,1-0,15 % (13; 25).

Nach Erfahrungsberichten (27) kam es in dem Milchziegen-Bioland Be-

trieb bedingt durch einen Kupfermangel der Ziegen zu Fruchtbarkeitsstörungen, Umbocken (nicht trächtig werden) und dem Erscheinungsbild der enzootischen Ataxie bei Lämmern. Symptome sind Bewegungsstörungen bei Lämmern, d. h. Schwanken der Hinterhand oder Unfähigkeit zu stehen. Diese Störungen sind bedingt durch Gewebeeränderungen im Zentralnervensystem. Es erkrankten Lämmer, deren Mütter an Kupfermangel leiden, entweder infolge ungenügender Kupferaufnahme oder übermäßiger Aufnahme von Kupferantagonisten (Eisen, Molybdän, Cadmium, Schwefel). Relativer Kupfermangel entsteht bei hohem Molybdängehalt des Futters bzw. des Bodens.

## **1.7 Laktation**

Die mittlere Laktationslänge liegt bei 270 Tagen mit einer Schwankungsbreite von 240 bis 300 Tagen. Die höchste Milchleistung ist ab der dritten bis vierten Laktation festzustellen.

Die durchschnittliche Milchmenge europäischer Milchziegenrassen liegt zwischen 400 und 1000 kg im Jahr. Ohne züchterische Anstrengung sind Milchleistungen von 400 kg im Jahr zu erwarten.

Die Laktationsdauer ist genetisch bestimmt und beträgt zum Beispiel bei der bunten deutschen Edelziege 270 Tage. Ohne erneute Trächtigkeit können Ziegen lange Zeit fortlaufend gleiche und hohe Milchmengen produzieren.

Nach dem Ablammen steigt die Milchmenge allmählich an und erreicht ihren Höhepunkt nach zwei bis zehn (im Durchschnitt nach fünf) Wochen. Nach dem Erreichen der Spitzenleistung fällt die Leistung gleichmäßig um ca. 10 % pro Monat ab.

Liegt der Bocktermin im August, kommt es nach der fünfmonatigen Trächtigkeit im Januar/Februar zum Ablammen, wobei die Milchziege ab November trockengestellt wird. Da um die Weihnachtszeit ein höherer Bedarf an Milchprodukten besteht, helfen sich Molkereien oft damit, dass sie Käse oder Käsestoff (abgelabte Milch) während der Überschussmonate einfrieren (13).

## **1.8 Krankheiten**

Ziegen sind sehr anfällig für Krankheiten (25). Neben eher selten vorkommenden Fortpflanzungsstörungen treten Euterentzündungen häufiger

auf. Meist handelt es sich um bakterielle Infektionen mit Streptokokken, Staphylokokken, Kolibakterien etc. Ursachen hierfür sind unhygienische Haltungsformen, unsauberes Melken, Verletzungen und Reizungen des Euters. Da das laktierende Euter als Hochleistungsorgan an Größe zunimmt, kann es häufiger zu Quetschungen, Verletzungen beim Liegen und somit zu Euterentzündungen kommen. Nach Erfahrungsberichten (26; 27) gibt es bei Ziegen die subklinische Mastitis, die einmal schwer zu erkennen und zum anderen schwierig zu behandeln ist. Die Chancen, sie zu heilen, liegen nur bei 50 %.

Die Enterotoxämie ist eine weltweit verbreitete, schwere Infektionskrankheit, die durch giftige Produkte der Clostridien (*Clostridium perfringens* Typ D) verursacht wird und bei Ziegen zu Gefäßschäden führt. Zu einem Ausbruch der Krankheit kommt es nur bei übermäßiger Nährstoffaufnahme, bedingt durch einen zu hohen Eiweiß- und Kohlenhydratgehalt (wie Stärke) der Ration bei gleichzeitig zu geringer Rohfaseraufnahme (Heu, Stroh). Der Auftrieb auf zu üppige Weiden begünstigt die Situation.

Das Auftreten von Listeriose wird insbesondere in Wintermonaten beobachtet, in denen schlechte Witterungsbedingungen, unhygienische Umweltbedingungen und die Verfütterung verschmutzter oder verdorbener Silage oder solcher, deren pH-Wert über 6 liegt, auslösende Faktoren sind. Sie äußert sich in Form von Meningo-Enzephalitis. Der Erreger kommt überall in Boden, Mist und Futter vor.

Eine weitere Infektionskrankheit ist die Caprine Arthritis Encephalitis (CEA), die sich entweder als Gelenk-, Gehirn- und Rückenmarks-, Euter- oder Lungenentzündung äußert. Die Übertragung des Virus erfolgt überwiegend über die Aufnahme CEA-verseuchter Milch, insbesondere Biestmilch. Ältere Tiere kontaminieren sich durch engen Kontakt innerhalb der Herde. Aus diesem Grunde sollten in CEA-positiven Beständen die Lämmer nach der Geburt, d.h. vor der ersten Biestmilchgabe von den Müttern getrennt werden. Sie bekommen 40°C warme Ziegenbiestmilch, welche zuvor 30 Minuten auf 60°C erhitzt wurde. Alternativ kann auch Kuh-Biestmilch genommen werden. Ab dem 2. Tag kann die Ziegenbiestmilch kurz aufgekocht oder Milchaustauscher verwendet werden. Regelmäßige Untersuchungen auf Verseuchung sind sehr wichtig (25). Ein Milchziegenbetrieb, der in der Vergangenheit Probleme mit CEA hatte, setzt die Lämmer nach einem Tag von der Mutter ab, gibt ihnen in der ersten Woche mit Obstessig angesäuerte Milch (40 ml auf 1 Liter

Milch) aus der Flasche und stellt sie ab der zweiten Woche langsam auf Kuhmilch um. Zeitgleich wird ihnen schon Heu, Getreide und Wasser angeboten.

Zu den ernährungsbedingten Krankheiten zählt neben der Rachitis, der Osteomalazie, die Trommelsucht oder Aufblähen, bei der es sich um eine rasch entstehende Ausdehnung des Pansens durch übermäßige Gasproduktion handelt. Gründe hierfür sind selbsterhitztes Grünfutter, das nicht sachgemäß gelagert wurde, vor allem kurz vor der Blüte stehende Leguminosen (Klee, Luzerne, Wicken, Erbsen). Auch frisches Grünfutter wie junger Salat, Gras, Rüben und Kartoffeln bei wenig Trockenfutter kommen in Betracht.

Eine Azidose tritt bei übermäßiger Aufnahme leicht verdaulicher Kohlenhydrate wie Zuckerrüben, Getreidekörner, Kartoffeln, Maiskörner auf, welche eine überhöhte Säurebildung verursachen.

Zu den häufigsten Infektionen zählen die Magen-Darm-Würmer, die vor allem bei Jungtieren vorkommen und eine typische Weidekrankheit in sumpfigen Gegenden und Überschwemmungsgebieten darstellen. Die Ansteckung erfolgt durch Aufnahme infektionsfähiger Larven auf der Weide. Auch der Lungenwurm ist ein Parasit feuchter und nasser Dauerweiden und häufig bei Ziegen zu finden.

## **1.9 Hygiene/Mikrobiologische Qualität**

Ziegen sind wesentlich sauberer als Kühe, allein bedingt durch die Festigkeit des Kotes, der Stall und Tier weniger verunreinigt.

### **1.9.1 Keim- und Zellzahlen**

Ziegenmilch, die zur Abgabe an andere bestimmt ist, muss laut Vorschriften der Milch-Güteverordnung zweimal im Monat auf Keimzahlen untersucht werden. Diese dürfen nicht höher sein als 1,5 Mill. Keime pro ml bei Pasteurisierung der Milch. Bei nicht-pasteurisierter Milch (aus der Rohmilchprodukte hergestellt werden) darf die Keimzahl 0,5 Mill. Keime pro ml nicht überschreiten. Laut Verordnung gibt es keine Grenzen für den Gehalt an somatischen Zellen von Ziegenmilch. Die Milch muss frei sein von Krankheitserregern wie Salmonellen oder Staphylococcus aureus (13).

Zeng, S.S. (10) weist in einer Studie darauf hin, dass die Ergebnisse über

die Anzahl an Zellzahlen in Ziegenmilch stark mit der Kalibrierung der Analysegeräte zusammen hängt. Bei der Verwendung von Fossomatic Instrumenten und Infrarotmessung kommt es bei Kalibrierung auf Kuhmilch Standards zu höheren Zellzahlergebnissen als bei Kalibrierung auf Ziegenmilch Standards.

### **1.9.2 Klauenpflege**

Die Klauen der Ziege sind ihrem ursprünglichen Lebensraum, dem Gebirge, angepasst und müssen entsprechend gepflegt werden, wenn sie sich überwiegend auf weichem Boden aufhalten. Bei Ernährungsfehlern wie Schwefel- und Zinkmangel oder Selenüberschuss neigen Klauen zum unregelmäßigen Wachstum. Auch ein überwiegender Stallaufenthalt, bei dem sich die Klauen nicht abnutzen können, führt zum übermäßigem Wachstum der Klauen., Es wird geraten, die Klauen im Abstand von drei Monaten zu schneiden, um Krankheiten wie Klauenfäule, Abszesse und Infektionskrankheiten zu vermeiden oder die Tiere mehr auf die Weide zu lassen (13; 25).

## **2 Gewinnung von Ziegenmilch**

### **2.1 Einflussfaktoren auf die Milchzusammensetzung und Qualität**

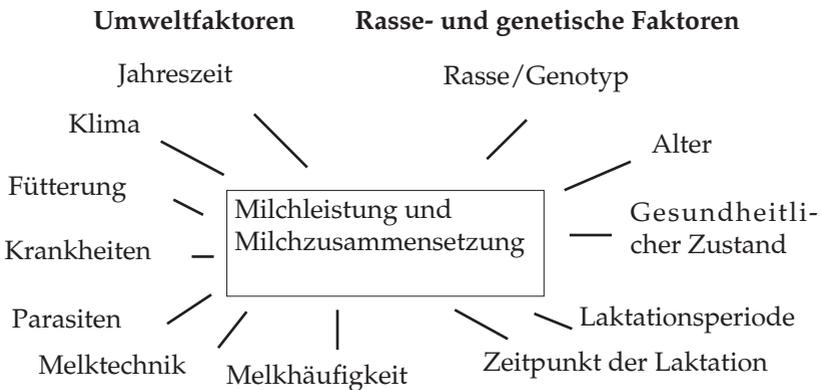
Die Milchleistung und Milchzusammensetzung bei Ziegen und Schafen wird von Umweltfaktoren, Rasse und genetisch spezifischen Faktoren beeinflusst.

#### ***Einflussfaktor Klima auf die Milchleistung***

Die tägliche Milchleistung von Ziegenrassen der Subtropen ist wesentlich geringer als die von Rassen gemäßigter Klimazonen. Die Laktationsperiode variiert zwischen 63 bis 200 Tagen, die tägliche Milchleistung liegt zwischen 0,2 kg/Tag bis 2,0 kg/Tag. Die Milchleistung variiert bis zu 15 % in subtropischen und tropische Rassen (5). Dabei wiesen Rassen aus gemäßigten Klimazonen und Kreuzungen von Rassen aus gemäßigten und tropischen Zonen, die in tropischen Klimazonen gehalten werden, eine reduzierte Leistung von 9-50 % auf, zeigten aber Verbesserungen in der Milchleistung von bis zu 100 % gegenüber den heimischen Rassen.

Eine Studie an Ziegen und Schafen in Malawi stellte dar, dass Ziegen wesentlich anfälliger gegen Krankheiten in der Regenzeit als in der Trockenzeit sind, so dass ihre Milchleistung dann stark abnimmt (5). Weitere Untersuchungen zeigen, dass die Milch tropischer und subtropischer Ziegenrassen einen höheren Anteil an Trockenmasse, Fett, Protein und Asche hat als Rassen aus gemäßigten Klimazonen. Der Laktosegehalt war ähnlich. Diese Resultate gelten auch für Rassen aus gemäßigten Klimazonen, die in den Tropen gehalten wurden. Der höhere Trockenmassenanteil der Milch tropischer Rassen ist auf den höheren Anteil an Fett und Protein zurückzuführen (5).

**Grafik 2: Faktoren der Milchleistung und Milchezusammensetzung von Ziegen und Schafen**



***Einfluss der Jahreszeit auf Milchproduktion und Zusammensetzung***

In gemäßigten Zonen ist die Milchproduktion und Zusammensetzung vom Zeitpunkt des Ablammens abhängig. Generell wird angenommen, dass die Abnahme der Milchleistung und die Änderung der Zusammensetzung der Milch von Rassen wärmerer Klimazonen von der Qualität und Quantität des Futters abhängig ist.

***Alter***

Die Milchleistung nimmt mit dem Alter zu, so dass die höchste Leistung bei Ziegen zwischen der dritten und sechsten Laktation vorhanden ist.

Lammen die Ziegen mit einem Jahr das erste Mal, beträgt die Milchleistung in der ersten Laktation 55-65 %, in der zweiten Laktation 65-85 %. In der dritten bis vierten Laktation (mit vier bis acht Jahren) erreicht die Milchleistung ihren Höhepunkt. Neben dem Alter ist die Milchleistung auch von der Größe des Euters abhängig, bedingt durch eine höhere Anzahl an milchbildenden Drüsen (13).

### *Fütterung*

Für die Milchbildung ist das Euter auf die ständige Zufuhr von Acetat und Glucose angewiesen. Da Wiederkäuer keine Glucose speichern, ist eine ständige Futteraufnahme (hohe Energiezufuhr) Voraussetzung für die Milchbildung. Eine unzureichende Futteraufnahme ist der wesentliche Grund für die Beeinträchtigung der Milchleistung. Obwohl die Milchdrüse einen hohen Bedarf an Aminosäuren hat, wird die Milchbildung nicht durch das Angebot an Aminosäuren beeinflusst (13). Dieses spricht gegen die Untersuchungen einer vorläufigen Studie von Merin, U. et al (11), nach der die Art der Fütterung einen Einfluss auf den Gesamtproteingehalt der Milch hat.

Gulati, S.K. (22) konnte in einer Studie an vier Saanen Ziegen zeigen, dass die Zusammensetzung des Fettes im Futter direkten Einfluss auf die Zusammensetzung der Fettsäuren in der Milch hat. In Fütterungsversuchen wurde das Futter mit Ölen angereichert, die sich in ihrer Zusammensetzung an Palmitin-, Stearin-, Öl- und Linolsäure unterschieden. Sofern die Ölsupplemente vor der Hydrierung von Mikroorganismen des Verdauungstraktes des Tieres geschützt waren, führten sie zu einem direkten Anstieg jeweiliger Fettsäuren in der Ziegenmilch.

### *Laktationsperiode*

Der Gehalt an freien Fettsäuren in der Ziegenmilch unterliegt nach einer Studie von Shahin, Y. (21) an vier Ziegen der jeweiligen Laktationsphase. Die gesamte Laktationsperiode von 17 Wochen wurde unterteilt in die Kolostral-, Reife- und Altmilchphase, wobei die letztere mit 13 Wochen Dauer die längste war. Der Gehalt an Butter-, Caprin-, Stearin- und vor allem Ölsäure nahm im Verlauf der Laktation ab (von 28,8 % auf 23 % des Gesamtfettes), der Anteil an Myristin-, Palmitin- und Linolsäure nahm zu (von 2,6 auf 3,5 % des Gesamtfettes).

**Tab. 2: Zusammensetzung der Ziegenmilch (g/100g) Souci (1), Hesecker (6)**

Inhaltsstoff	Maßeinheit	Durchschnittswert (1)	Variation	Durchschnittswerte (6)
Wasser	g	86,60	85,8 - 87,4	86,60
Protein (N x 6,25)	g	3,61	-	3,70
Fett	g	3,92	2,00 - 13,00	3,90
Kohlenhydrate	g	4,70	-	4,30
Ascheanteil	g	0,86	0,8 – 0,90	0,80
<b>Mineralstoffe</b>				
Natrium	mg	42,00	34,0 – 50,0	42,00
Kalium	mg	181,00	135,0 - 235,0	181,00
Magnesium	mg	11,00	10,0-21,0	14,00
Calcium	mg	127,00	106,0-192,0	127,00
Eisen	µg	41,00	36,0-75,0	100,00
Zink	µg	248,00	180,0-730,0	200,00
Phosphor	mg	109,00	92,0 - 148,0	109,00
Jod	µg	4,10	2,1 – 11,0	4,10
<b>Vitamine</b>				
Retinol	µg	68,00	-	68,00
Carotinoide	µg	35,00	2,0 - 7,0	35,00
Vitamin D	µg	0,25	-	0,25
Vitamin E	mg	k.A	-	0,10
Thiamin (B <sub>1</sub> )	mg	0,49	0,40 - 0,61	0,05
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	µg	150,00	110 - 180	150,00
Niacinäquivalente	mg	k.A	-	1,0
Vitamin B <sub>6</sub>	mg	0,027	0,007- 0,048	0,03
Vitamin B <sub>12</sub>	µg	0,07	-	0,10
Folsäure	µg	0,80	-	1,00
Vitamin C	mg	2,00	1,0 - 3,0	2,00

## 3 Zusammensetzung der Milch

Im Vergleich zur Kuhmilch hat Ziegenmilch einen ähnlich hohen Gehalt an Wasser, Fett und Proteinen. Der Kohlenhydratgehalt mit 4,2 g Laktose liegt ein wenig unter den 4,6 g von Kuhmilch (1).

### 3.1 Wasser, Proteine, Fett, Kohlenhydrate

Die Angaben der beiden Quellen sind sehr ähnlich mit Ausnahme der Werte für Eisen und Zink. Letzteres hat nach *Souci* eine sehr große Variationsbreite.

#### 3.1.1 Wasser

Der Wassergehalt der Ziegenmilch mit 86,6 g/100 g ähnelt dem der Kuhmilch mit 87,2 g/100g.

#### 3.1.2 Proteine

Der Proteingehalt mit 3,6 g/100 g liegt in Ziegenmilch etwas höher als in Kuhmilch (3,3 g/100 g). Frauenmilch enthält im Vergleich nur 1,1 g Protein/100 g.

Die Proteine der Milch setzen sich aus Caseinen und Molkenproteinen (Globuline und Albumine) zusammen, wobei das Verhältnis der Bestandteile bei verschiedenen Tierarten variiert.

Nach *Renner, E.* (16) beträgt der Caseinanteil in der Milch von Wiederkäuern ca. 80 % und der der Molkenproteine 20 %. In Humanmilch dagegen liegt der Anteil der Caseinfraktionen bei 20-30 % und der der Molkenproteine bei 70-80 %. Kuhmilch hat ein Casein: Molkenproteinverhältnis von 4:1 und Humanmilch von 0,3:1.

##### 3.1.2.1 Molkenproteine

Molkenproteine werden in die Gruppen der  $\beta$ -Laktoglobuline und  $\alpha$ -Laktalbumine und der Gruppe der Serumalbumine und Immunglobuline unterteilt.  $\beta$ -Laktoglobulin macht in der Milch von Wiederkäuern den Hauptbestandteil der Molkenproteine aus (es kommt in Frauenmilch nicht vor). Die bei der Kuhmilch-Intoleranz wirkenden Proteine nimmt  $\beta$ -Laktoglobulin den ersten Stellenwert ein (2).

Nach *Law, A. J.R.* (7) enthält Kuhmilch zwei genetische Varianten von  $\beta$ -Laktoglobulin, Variante A und B. Schafmilch enthält nur die Variante  $\beta$ -Laktoglobulin A, Ziegenmilch enthält nur die Variante  $\beta$ -Laktoglobulin B.

Die Gesamtkonzentration an Molkenproteinen in Ziegenmilch ist geringer als in Kuhmilch. Der Hauptanteil der Molkenproteine ist wie bei Kuhmilch durch  $\beta$ -Laktoglobulin bestimmt, wobei dieser niedriger ist als in Kuhmilch. Der Gehalt an  $\alpha$ -Laktalbumin und an Serumalbuminen bzw. Lactoferrin ist in Ziegenmilch höher.

Weitere Studien von *Law* (9) zeigten ähnliche Angaben für die einzelnen Molkenproteinfraktionen, jedoch variierten diese in ihrer Zusammensetzung, was teilweise im Laktationsstadium begründet liegt. Der Durchschnittswert für  $\beta$ -Laktoglobuline in Ziegenmilch lag bei 54,8 % von Gesamtmolkenproteinen mit einer Variationsbreite von 39,2–72,1 %.  $\alpha$ -Laktalbumin variierte mit seinem Durchschnitt von 25,2 % zwischen 17,8–33,3 %. Untersuchungen an fünf Ziegen ergaben deutliche Unter-

**Tab. 3: Zusammensetzung und Gehalt von Molkenproteinen in nicht erhitzten, fettreduzierten Milchproben von Kuh, Ziege und Schaf (7)**

	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafmilch
<b>% der Gesamtmolkenproteine</b>			
Immunglobuline	15,0	11,5	20,0
Serum Albumine/Lactoferrin	9,5	12,8	8,1
$\beta$ -Laktoglobulin	59,3	54,2	61,1
$\alpha$ -Laktalbumin	16,2	21,4	10,8
<b>Konzentration (g/l)</b>			
Immunglobuline	0,97	0,71	2,15
Serum Albumine/Lactoferrin	0,61	0,79	0,87
$\beta$ -Laktoglobulin	3,83	3,33	6,58
$\alpha$ -Laktalbumin	1,05	1,31	1,16
Gesamt Molkenproteine	6,46	6,14	10,76

schiede in der Konzentration aller Fraktionen mit Ausnahme von  $\alpha$ -Laktalbumin. Die Konzentration aller anderen Fraktionen war zu Beginn der Laktation hoch, nahm langsam ab und stieg zum Ende der Laktation wieder an.

Im Gegensatz zu den Caseinen sind Molkenproteine hitzelabil. Bei 60°C beginnen sie reversibel zu denaturieren. Bei höheren Temperaturen kommt es zu einer irreversiblen Denaturierung, bei der sich die Molkenproteine über hydrophobe Wechselwirkung und Disulfid-Brücken mit den Caseinen verbinden (7).

Nach Erhitzen auf 70-90°C werden die Molkenproteine in der Reihenfolge Immunglobuline - Serumalbumin/Laktoferrin -  $\beta$ -Laktoglobulin -  $\alpha$ -Laktalbumin denaturiert.

Bei 70°C denaturieren  $\beta$ -Laktoglobuline und  $\alpha$ -Laktalbumin der Ziegenmilch nur zu einem geringen Prozentsatz und wesentlich langsamer als bei Kuhmilch. Bei 80°C und 90°C erfolgt die Denaturierung schneller als bei Kuhmilch. So wird der größte Anteil an  $\beta$ -Laktoglobulin und nur ein geringer Anteil an  $\alpha$ -Laktalbumin nach einer Erhitzungszeit von 15 Sekunden bei 90°C irreversibel denaturiert. Nach 30 Sekunden bei 90°C ist schon die Hälfte von  $\alpha$ -Laktalbumin irreversibel denaturiert.  $\beta$ -Laktoglobuline und  $\alpha$ -Laktalbumin der Schafmilch denaturieren im Vergleich zu den beiden anderen Milcharten bei 80°C und 90°C am schnellsten. Immunglobuline aller drei Milcharten denaturieren schon bei 80°C in kurzer Zeit zu fast 100 % (7).

### 3.1.2.2 Caseine

Das Casein ist das Protein, das beim Säuern der Milch ausfällt. Caseine lassen sich in drei Fraktionen unterteilen:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -Casein. Das  $\gamma$ -Casein ist ein Spaltprodukt des  $\beta$ -Caseins (2).  $\alpha$ -Casein wird in die Gruppen  $\alpha_{s_0}$ -,  $\alpha_{s_1}$ - und  $\alpha_{s_2}$ -Caseinen eingeteilt und besteht aus einer calciumsensiblen Komponente ( $\alpha$ s-Casein) und einer calciumunempfindlichen Komponente ( $\kappa$ -Casein). Sofern eine  $\alpha$ -Caseinmizelle nicht durch ein intaktes  $\kappa$ -Casein geschützt ist, fällt es in Gegenwart von Calciumionen aus.

Die  $\alpha$ s- und  $\beta$ -Caseine können zahlreiche Calciumionen binden, nicht jedoch  $\kappa$ -Casein.

Caseine liegen zu 95 % in grob kolloidalen Partikeln (Micellen) vor. Die Struktur der Micellen ist noch nicht geklärt. Man vermutet, dass die Caseinmicellen von poröser Struktur sind und aus Submicellen zusammengesetzt sind.  $\kappa$ -Casein wird an der Oberfläche der Submicellen vermutet,

während die  $\alpha$ -Caseine das Gerüst der Submicellen bilden und die  $\beta$ -Caseine die Zwischenräume ausfüllen. Über Calciumphosphatbrücken und hydrophoben Bindungen werden die Submicellen zusammengehalten (2). Die Caseinmicellen werden unter Einschluss von Calcium, Phosphat und Citrat gebildet, wobei sich die einzelnen Caseinfraktionen deutlich im Phosphatgehalt unterscheiden (3).

Durch Säuerung (pH 4,7 = isoelektrischer Punkt bei Kuhmilch, dieser liegt bei Ziegenmilch höher) oder durch Einwirken von Chymosin (Labenzym) wird das Calcium herausgelöst und die Micelle fällt zusammen. Dadurch, dass Caseine kaum eine Tertiär- und Sekundärstruktur aufweisen, sind sie relativ hitzestabil, so dass die Micellen erst nach 10–20 minütiger Hitzeeinwirkung von 140°C ausfallen (2).

Bei Ziegenmilch liegt der isoelektrische Punkt bei etwa pH 5,3, bei dem es zur Ausfällung von Calciumphosphat und zum Zusammenfallen der Caseinmicelle kommt. Diese Resultate sind bei Ziegen- und Kuhmilch

**Tab. 4: Zusammensetzung und Gehalt von Caseinen in nicht erhitzten, fettreduzierten Milchproben von Kuh, Ziege und Schaf (7)**

	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafmilch
<b>% der Gesamtcaseine</b>			
Minorproteine	6,2	2,5	4,8
$\kappa$ -Casein	9,4	13,2	8,8
$\beta$ -Casein	37,5	50,0	43,5
$\alpha_1$ -Casein	33,0	18,4	42,9
$\alpha_2$ -Casein	13,9	15,8	
<b>Konzentration (g/l)</b>			
Minorproteine	1,51	0,53	1,72
$\kappa$ -Casein	2,29	2,8	3,16
$\beta$ -Casein	9,14	10,64	15,60
$\alpha_1$ -Casein	8,04	3,91	15,39
$\alpha_2$ -Casein	3,39	3,36	
Gesamtkonzentration Caseine	24,37	21,24	35,87

Anmerkung: Die Milchproben stammen von der Ziegenrasse „Britisch Saanen“

sehr ähnlich, obwohl es Unterschiede in dem Gehalt der einzelnen Caseinfraktionen zwischen den beiden Milcharten gibt (12).

Den größten Anteil an Caseinen in Ziegenmilch macht das  $\beta$ -Casein mit 50 % aus und liegt im Vergleich zur Kuhmilch mit 37,5 % wesentlich höher. Ziegenmilch hat etwa halb soviel  $\alpha_{s_1}$ -Casein wie Kuhmilch, dafür 2 % mehr  $\alpha_{s_2}$ -Casein. Die Gesamtkonzentration an Caseinen in Ziegenmilch liegt leicht unter dem der Kuhmilch.

Vergleicht man den prozentualen Anteil der einzelnen Caseinfraktionen der drei Milcharten, hat Ziegenmilch den geringsten Anteil an  $\alpha_{s_1}$ -Casein und  $\alpha_{s_2}$ -Casein, gefolgt von Schafmilch, die mit 42,9 % etwas unter dem der Kuhmilch mit 46,9 % liegt.

Der Gehalt an  $\alpha_{s_1}$ -Casein in Ziegenmilch ist von der Ziegenrasse abhängig. Für das  $\alpha_{s_1}$ -Casein wurde ein Major-Gen mit mindestens sechs verschiedenen Allelen ermittelt. Allele A, B und C (starke Allele) bedingen einen hohen Gehalt an  $\alpha_{s_1}$ -Casein, Allel E einen mittleren und D und F (schwache Allele) einen niedrigen Gehalt. Träger des Allels 0 haben kein  $\alpha_{s_1}$ -Casein in der Milch. Ziegen mit den Allelen A und C haben zudem noch einen höheren Fett- und Eiweißgehalt in der Milch. Französische Milchrassen (Alpine und Saanen) besitzen nur wenig Allelfrequenzen mit starken Allelen, deren Milch weist also einen geringeren  $\alpha_{s_1}$ -Casein Gehalt auf. Andere Rassen wie Garganica, Malteser, Canaria besitzen viele Allelfrequenzen mit starken Allelen und produzieren somit Milch mit hohem  $\alpha_{s_1}$ -Casein Gehalt. Ein Ziel in der Züchtung ist es, über gentechnische Maßnahmen den  $\alpha_{s_1}$ -Casein Gehalt zu beeinflussen, da dieser stark mit der Käseausbeute der Ziegenmilch zusammenhängt und man sich eine bessere Käseausbeute verspricht. Ziegenmilch mit starken Allelen (A,B,C) haben eine gute Käseausbeute, da der Käsebruch fest ist, schwache Allele dagegen bilden einen Käsebruch, der weich und wässrig ist (13).

Eine weitere Studie (15; 1999) gibt Aufschlüsse über den Gehalt und genetische Lokalisation des  $\alpha_{s_1}$ -Caseins. Bis Ende 1970 ging man von der Hypothese aus, dass Ziegenmilch kein  $\alpha_{s_1}$ -Casein enthält, mittlerweile hat man sieben verschiedene Klassen von Protein-Varianten am Major-Gen entdeckt, so dass  $\alpha_{s_1}$ -Casein in die Klassen  $\alpha_{s_1}$ -Casein A, G und 0 eingeteilt werden kann.

Starke Allele (A,B,C), welche einen hohen  $\alpha_{s_1}$ -Casein Gehalt in der Milch zur Folge haben, kommen in Ziegenrassen im mediterranen und afrika-

nischen Raum (Canaraia, Creole) vor.  $\alpha_1$ -Casein E ist ein medium Allel und findet sich am häufigsten in kontinentalen (ursprünglich französischen und spanischen) Rassen. Schweizer Rassen besitzen überwiegend die schwachen  $\alpha_1$ -Casein Varianten (E, F und O), haben somit also einen geringen  $\alpha_1$ -Casein Gehalt. Davon ausgehend, dass die weltweit am weitesten verbreiteten Rassen wie Alpine, Saanen und Toggenburg ursprünglich von Schweizer Rassen stammen, ist auch zu erklären, warum Ziegenmilch für die Käseherstellung lange als nicht geeignet betrachtet wurde. Neben  $\alpha_1$ -Casein hat man schon zwei verschiedene Allele auf dem  $\alpha_2$ -Casein und vier auf dem  $\beta$ -Casein entdeckt (15).

Annahmen, dass die Casein-Micellen der Milch von Ziegenrassen mit Varianten, die viel  $\alpha_1$ -Casein produzieren, kleiner sind als die mit wenig  $\alpha_1$ -Casein, konnte in einer Studie von Pierre, A. et al. nicht bestätigt werden. Der Gehalt an  $\alpha_1$ -Casein in der Milch scheint keinen Einfluss auf die Größe der Micelle zu haben (14).

Aufgrund der unterschiedlichen Gehalte an  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ - und  $\kappa$ -Casein in Kuh- und Ziegenmilch kann man davon ausgehen, dass sich auch die Struktur der Micellen unterscheidet. Diese könnten sich dann in ihrem proteolytischen Verhalten sowie der Wasserbindungsfähigkeit unterscheiden (38).

### 3.1.2.3 Essentielle Aminosäuren

Caseine und Molkenproteine unterscheiden sich in ihrer Aminosäurezusammensetzung. Milcheiweiß hat einen relativ hohen Gehalt an essentiellen Aminosäuren, wobei Molkeneiweiß eine höhere Konzentration daran aufweist als Casein. Vor allem sind Threonin, Lysin, Isoleucin und Tryptophan beteiligt. Auch die einzelnen Casein-Fraktionen unterscheiden sich in ihrer Aminosäurezusammensetzung.

$\beta$ - und  $\gamma$ -Casein enthalten mehr essentielle Aminosäuren als  $\alpha$ - und  $\kappa$ -Casein. Unter den Molkeneiweißfraktionen weisen  $\beta$ -Laktoglobulin und  $\alpha$ -Laktalbumin einen hohen Gehalt an essentiellen Aminosäuren auf.  $\alpha$ -Laktalbumin gilt als Eiweißfraktion mit dem höchsten Tryptophangehalt unter den natürlichen Proteinen (16). Hervorzuheben sind die essentiellen Aminosäuren (Tab. 15, dunkler markiert). Der prozentuale Gehalt an essentiellen Aminosäuren der Ziegenmilch ist dem der Kuhmilch sehr ähnlich mit Ausnahme von Threonin, dessen Gehalt in Ziegenmilch etwas höher ist. Im Vergleich zur Frauenmilch ist die Konzentration an Lysin und Threonin leicht erhöht, die von Isoleucin, Leucin und Tryp-

**Tab. 5: Aminosäurezusammensetzung von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Frauenmilch in mg/100 g Milch (1)**

Aminosäuren	Kuhmilch		Ziegenmilch		Schafmilch		Frauenmilch	
	mg	%*	mg	%*	mg	%*	mg	%*
Alanin	130	3,4	140	3,3	220	3,9	56	4,3
Arginin	130	3,4	130	3,0	180	3,2	51	3,9
Asparaginsäure	290	7,5	300	7,0	460	8,1	120	9,2
Cystin	28	0,7	83	1,9	60	1,1	24	1,8
Glutaminsäure	790	20,5	780	18,1	1070	19,0	220	16,8
Glycin	76	2,0	74	1,7	110	1,9	36	2,7
Histidin	95	2,5	79	1,8	130	2,3	31	2,4
Isoleucin	220	5,7	230	5,3	280	4,9	77	5,9
Leucin	360	9,4	390	9,1	530	9,4	130	9,9
Lysin	280	7,3	340	7,9	460	8,1	86	6,6
Methionin	90	2,3	94	2,2	140	2,5	24	1,8
Phenylalanin	180	4,7	180	4,2	260	4,6	54	4,1
Prolin	340	8,8	470	10,9	550	9,7	120	9,2
Serin	210	5,5	210	4,9	320	5,7	59	4,5
Threonin	160	4,2	230	5,3	240	4,2	63	4,8
Tryptophan	49	1,3	50	1,2	70	1,2	22	1,7
Tyrosin	180	4,7	240	5,6	260	4,6	56	4,3
Valin	240	6,2	280	6,5	320	5,7	81	6,2
Summe	3848	100	4300	100	5660	100	1310	100

\* %/g Protein

tophan leicht niedriger. Der prozentuale Anteil an Methionin liegt in Ziegenmilch etwas höher als in Frauenmilch ist aber gleich hoch wie in Kuhmilch. Der Cystingehalt dagegen ist in Ziegenmilch 2,5 mal so hoch wie in Kuhmilch, ähneln aber dem der Frauenmilch sehr.

### 3.1.2.4 Biologische Wertigkeit

Zur Beurteilung der Qualität der Nahrungsproteine ist die biologische Wertigkeit von Nutzen. Diese ist bei Kuhmilch sehr hoch, wobei es einen Unterschied zwischen der biologischen Wertigkeit bei Casein und Molkenprotein gibt. Aufgrund des hohen Anteils an essentiellen Aminosäuren im Laktalbumin (Molkenprotein) ist die biologische Wertigkeit dieser Fraktion noch höher als die vom Vollei. Abgesehen von Methionin und Cystein kann der tägliche Bedarf an essentiellen Aminosäuren durch Aufnahme von ½ Liter Kuhmilch gedeckt werden. Zur Bedarfsdeckung der essentiellen Aminosäuren Methionin und Cystein müssten 0,9 Liter Milch getrunken werden (16). Cystein kann im Körper aus Methionin gebildet werden, aber nicht umgekehrt. Somit zählt nur Methionin zu den essentiellen Aminosäuren (17). Aufgrund des ähnlich hohen Anteils an essentiellen Aminosäuren in Ziegenmilch kann ihre biologische Wertigkeit im Vergleich zur Kuhmilch entsprechend gut beurteilt werden.

**Tab. 6: Geschätzter Bedarf des Menschen an essentiellen Aminosäuren in Abhängigkeit vom Alter (mg/kg Körpergewicht) (17)**

Aminosäure	Kleinkinder	Kinder (10-12 Jahre)	Erwachsene	
			Frauen	Männer
Histidin*	25	-	-	-
Isoleucin	111	28	10	10
Leucin	153	49	11	13
Lysin	96	59	9	10
Methionin + Cystein	50	27	14	13
Phenylalanin+Tyrosin	90	27	14	13
Threonin	66	34	6	7
Tryptophan	19	4	3	3
Valin	95	33	14	11

\*Histidin ist nur für den Säugling essentiell

### 3.1.2.5 Taurine und freie Aminosäuren

Taurin ist das Endprodukt des Cystein-Metabolismus. Taurine kommen zu einem hohen Anteil in Frauenmilch und zu einem geringen in Kuhmilch vor und scheinen eine wichtige Rolle im Neurotransmitter Bereich sowie in der Funktion der Retina, des Herzens und der Muskeln zu spielen.

Ziegenmilch hingegen hat den höchsten Gehalt an Taurinen mit 36,2  $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$ , gefolgt von Frauenmilch mit 33,5  $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$ . In Kuhmilch kommen Taurine nur in einer Konzentration von 1,9  $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$  vor (18).

Die Konzentration an *freien* Aminosäuren ist mit 262  $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$  in Frauenmilch wesentlich höher als in Kuhmilch (46,5  $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$ ) und Ziegenmilch (126  $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$ ).

### 3.1.2.6 Bewertung und Diskussion der ernährungsphysiologischen Bedeutung der Proteine

#### 3.1.2.6.1 Ziegenmilch und das Allergierisiko

Heute gibt es das Problem der Kuhmilch-Intoleranz, auch „Kuhmilchallergie“ genannt. Symptome zeigen sich vor allem im gastrointestinalen (ca. 68 %), respiratorischen (ca. 17 %) und dermalen Bereichen (ca. 35 %) und treten bei Kindern bis zum Alter von zwei Jahren auf. Die Kuhmilchintoleranz kann sich in Hautveränderungen, Magen- und Darmstörungen, Durchfall oder auch Asthma äußern. (2; 13; 30). Joghurt und Quark aus Kuhmilch haben häufig noch Allergiecharakter während Frischkäse, Streichkäse und Molkeprodukte weniger allergen sind (30).

Die Kuhmilch-Intoleranz wird definiert als eine vorübergehende Unverträglichkeit gegenüber allen oder einzelnen Kuhmilchproteinen. Sie tritt bei Einführung von Kuhmilch in der Ernährung von Säuglingen auf.

Die Kuhmilch enthält mindestens 25 einzelne Proteinkomponenten mit antigener Wirkung, am weitesten verbreitet ist aber die Unverträglichkeit gegenüber  $\beta$ -Laktoglobulin (82 %), gefolgt von Caseinen (43 %), Laktalbumin (41 %), den Immunglobulinen (27 %) und Serumalbumin (18 %).  $\beta$ -Laktoglobulin kommt in Muttermilch nicht vor (16).

Serumalbumine und Immunglobuline werden schon bei Temperaturen von 90°C über einen Zeitraum von 15 Sek. denaturiert,  $\beta$ -Laktoglobulin erst bei 90°C über drei Minuten, während  $\alpha$ -Laktalbumin noch länger benötigt (7). Um eine Immunreaktion im intestinalen Bereich auslösen zu können, müssen die wirksamen Proteine das Darmepithel intakt passie-

ren können, was im frühen Lebensalter möglich ist, da das Immunsystem noch nicht ganz ausgebildet ist.

Eine vorhandene Barriere, die vor dem Eindringen von Fremdproteinen schützt, ist das auf der Mucosa-Oberfläche lokalisierte IgA. Einen weiteren Schutzfaktor bildet eine unversehrte Enterozyten-Oberfläche.

Bei Säuglingen, die von Geburt an mit Kuhmilch gefüttert werden, können die Symptome der Kuhmilcheiweiß-Intoleranz innerhalb der ersten bis zweiten Lebensmonate auftreten. Wird später mit der Kuhmilchernährung begonnen, werden die Symptome nach vier Wochen sichtbar. Das Krankheitsbild resultiert in der Regel aus dem Zusammenwirken mehrerer immunologischer Reaktionen (16).

Generell gibt es sehr wenig Studien und Recherchen, die das Allergiepotezial der Ziegenmilch behandeln. Studien von 1965 und 1978 berichten von auf Kuhmilch allergisch reagierenden Kindern, von denen nur eines auch auf Ziegenmilch allergisch reagierte (29).

In einer weiteren Studie wurden 30 Kinder im Alter von vier Monaten bis sechs Jahren (Durchschnittsalter waren 18 Monate), bei denen Kuhmilch-Unverträglichkeit vermutet wurde, über Haut-, RAST- und Provokationstests auf Kuh- und Ziegenmilch-Unverträglichkeit untersucht. 22 der 30 Kinder reagierten auf beide Milcharten positiv, sechs waren nur auf Kuhmilch allergisch und vier konnten beide Milcharten tolerieren. Die Frage stellt sich, inwieweit Hauttests angebracht sind, um Nahrungsmittelintoleranzen zu prüfen. Es ist zu vermuten, dass Haut- und RAST-Tests nur Indikationen geben, Provokations-Test hingegen vertretbare Ergebnisse liefern (31).

In einer 1999 veröffentlichten Studie wurden 26 Kinder, die mit IgE Bildung auf Kuhmilch reagierten, Hauttests unterzogen und frische Kuh- und Ziegenmilch gegeben. Alle Kinder reagierten über die Hauttests und die oralen Milchgaben positiv auf Kuhmilch. Ebenfalls alle zeigten positive Ergebnisse der Hauttests auf Ziegenmilch und nur zwei Kinder reagierten nicht allergisch auf die oralen Milchgaben von Ziegenmilch (32).

58 Blutproben von Patienten mit Kuhmilch-Unverträglichkeit wurden auf ihre Reaktionsfähigkeit (mit Bildung von Antikörper IgE) auf Caseine verschiedener Milcharten (Kuh, Ziege, Schaf, Kaninchen, Ratte) getestet. Es wurde eine starke Reaktion festgestellt, wobei diese bei Ziegen- und Schafmilch geringer war als bei Kuhmilch. Die Ergebnisse dieser Studie geben Anlass zur Vermutung, dass andere Milcharten *keine* Alternative

zur Kuhmilch bei Kuhmilch-Unverträglichkeit darstellen (33).

Man spricht von Kreuz-Allergie, wenn das allergieauslösende Eiweiß der Kuhmilch auch in Ziegenmilch vorhanden ist, so dass diese als Ersatz für Kuhmilch nicht genommen werden kann. Da  $\beta$ -Laktoglobulin und  $\alpha$ -Laktalbumin in der Ziegenmilch antigene Verwandtschaft zu den entsprechenden Proteinen in der Kuhmilch haben, wird vermutet, dass auch gegenüber Ziegenmilch Unverträglichkeitsreaktionen auftreten (2; 28; 13). Patienten hingegen, die auf  $\alpha_1$ -Casein der Kuhmilch reagieren, könnten Ziegenmilch mit geringem  $\alpha_1$ -Casein-Gehalt oder Ziegenmilch, die kein  $\alpha_1$ -Casein enthält, vertragen (28). Zur Bestätigung dieser Hypothesen aber gibt es noch viel zu wenige Untersuchungen. Dieses aber stände im Widerspruch zu den heutigen Züchtungszielen in der Milchziegenhaltung, die einen hohen Gehalt an  $\alpha_1$ -Casein in der Milch beabsichtigen, um die Käseausbeute zu erhöhen.

Eine neue Studie von Prosser et al (45) zeigt, dass das  $\beta$ -Laktoglobulin von Ziegenmilch schneller verdaut wird als das der Kuhmilch. Dies deutet auf eine geringere Allerginität hin.

Die Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde und Jugendmedizin hat sich in einer Stellungnahme zur Säuglingsnahrung auf Ziegenmilchbasis ablehnend geäußert. Die bisher vorliegenden Ergebnisse zur Ziegenmilch weisen auf gleiche Allergenität hin wie Kuhmilch. Allerdings gibt es keine klinischen Studien zur Verträglichkeit bei Säuglingen, die keine Kuhmilch vertragen.(44)

Aufgrund dieser wenigen Ergebnisse scheint eine Ablehnung von Ziegenmilch als Ersatz für Kuhmilchallergiker so pauschal unberechtigt. Daher sollte eine Verträglichkeit im Einzelfall geprüft werden.

### 3.1.2.6.2 Verdaulichkeit der Proteine

Ziegenmilch ist aufgrund ihres höheren Gehaltes an Protein und einer anderen Verteilung des Phosphates basischer als Kuhmilch und eignet sich somit besser für Menschen mit Magenproblemen (8). Ziegenmilch mit geringem Gehalt an  $\alpha_1$ -Casein fällt unter Säureeinwirkung in weiche und kleine Flocken aus (3). Es wird angenommen, dass kleinere Flocken schneller von Proteasen angegriffen werden als große; wissenschaftliche Beweise gibt es aber noch nicht. Somit wäre Ziegenmilch mit geringem  $\alpha_1$ -Casein Gehalt leichter verdaulich und für Menschen mit gastrointestinalen Beschwerden zu empfehlen (35).

Der Anteil an essentiellen Aminosäuren in Ziegenmilch weicht nicht we-

**Tab. 7: Zusammensetzung der Fette von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Frauenmilch (g/100g Fett) Jandal, J.M. (8) und Souci, W. (1)**

Fettsäure	Kuhmilch		Ziegenmilch		Schafmilch		Frauenmilch	
	(8)	(1)	(8)	(1)	(8)	(1)	(8)	(1)
C 4:0 Buttersäure	3,3	3,6	2,6	2,6	4,0	3,1	kA	-
C 6:0 Capronsäure	1,6	2,3	2,9	2,3	2,6	2,5	kA	-
C 8:0 Caprylsäure	1,3	1,3	2,7	2,6	2,5	2,4	kA	-
C 10:0 Caprinsäure	3,0	2,7	8,4	9,0	7,5	7,5	kA	1,5
C 12:0 Laurinsäure	3,1	4,3	3,3	4,1	3,7	4,4	kA	7,3
C 14:0 Myristinsäure	9,5	11,4	10,3	10,0	11,9	10,6	kA	11,4
C 16:0 Palmitinsäure	26,5	28,8	24,6	26,8	25,2	23,8	kA	24,1
C 16:1 Palmitoleinsäure	2,3	2,8	2,2	1,3	2,2	1,4	kA	3,5
C 18:0 Stearinsäure	14,6	9,5	12,5	10,1	12,6	10,2	kA	5,4
C 18:1 Ölsäure	29,8	22,3	28,5	21,3	20,0	21,4	kA	32,6
C 18:2 Linolsäure	2,5	1,8	2,2	2,9	2,1	3,2	kA	10,3
C 18:3 Linolensäure	kA	0,9	kA	0,7	kA	1,1	kA	0,6

\*Myristolein-, Pentadecan- und Margarinsäure wurden nicht aufgeführt

sentlich von dem der Kuhmilch ab und ist somit gleich gut zu bewerten. Dieses gilt insbesondere für die biologische Wertigkeit, die für die Kuhmilch als sehr gut eingestuft wird.

In Humanmilch sind freie Aminosäuren zu einem höheren Anteil zu finden als in Kuhmilch (16). Wie *Mehaia, M.A.* (18) bestätigt, ist dieser in Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch wesentlich höher und durchaus positiv zu bewerten. Auch der hohe Gehalt an Taurinen spricht für die Ziegenmilch.

**Tab. 8: Zusammensetzung des Fettanteils von Kuh-, Schaf- und Ziegenmilch in % Jandal, J.M. (8) und Souci, W. (1)**

Fette	Kuh (8)	Kuh (1)	Ziege (8)	Ziege (1)	Human (8)	Human (1)
Gesättigte Fettsäuren	62,9	63,9	67,3	67,5	kA	49,7
Einfach ungesättigte FS	32,1	23,4	30,7	22,6	kA	36,1
Mehrfach ungesättigte FS	<2,2	2,7	2,2	3,6	kA	10,9
davon Linolsäure	2,5	1,8	2,2	2,9	kA	10,3
Cholesterin (mg)	kA	12,0	kA	11	kA	25

kA = keine Angabe

### 3.1.3 Zusammensetzung des Fettes

Den größten Anteil an Fettsäuren in Ziegenmilch machen Palmitin- und Ölsäure aus, gefolgt von Myristin- und Stearinsäure, auch in Kuh- und Schafmilch. Linolsäure ist zu 2,9 %, Linolensäure zu 0,7 % vorhanden. Die Analysewerte nach *Souci (1)* unterscheiden sich im Vergleich zu den Werten von *Jandal, J.M.* wesentlich in den Angaben für Laurin-, Palmitolein-, Stearinsäure und Ölsäure. Die Variationsbreite nach *Souci (1)* liegt für Laurinsäure zwischen 2,4-5,2 %, für Palmitoleinsäure zwischen 6-15 %, für Stearinsäure zwischen 0,6-1,5 % und für Ölsäure zwischen 15,2-28,3 %. Somit stimmen nur die Werte der beiden Quellenangaben für Palmitoleinsäure nicht überein.

Humanmilch enthält im Vergleich zur Ziegenmilch wesentlich mehr Linolsäure und Ölsäure.

Ein Vergleich der Fettsäuren kann auch über die Einteilung in der *Fettsäurekettenlänge* erfolgen [nach *Leitzmann (17)*]:

Kurzkettige Fettsäuren: bis C 4

Mittelkettige Fettsäuren: C 6 – C 12

Langkettige Fettsäuren: länger als C 12

Ziegenmilch enthält mit 2,6 % weniger kurzkettige Fettsäuren als Kuh-

milch (3,6 %), mehr mittelkettige mit 18 % (10,6 % in Kuhmilch) und weniger langkettige mit 73,1 % (zu 77,5 %). Humanmilch dagegen verfügt über keine kurzkettigen Fettsäuren, 8,8 % mittelkettige und 87,9 % langkettige. Somit ist Kuhmilch in der Zusammensetzung der Fettsäuren der Humanmilch ähnlicher als Ziegenmilch. Ziegen- und Schafmilch sind in dieser Beziehung vergleichbarer.

Des weiteren können Fettsäuren nach ihrem *Sättigungsgrad* eingeteilt und verglichen werden. Den größten Anteil an Fettsäuren machen in allen drei Milcharten die gesättigten Fettsäuren aus, wobei Ziegenmilch den höchsten Gehalt hat. In Humanmilch ist der Gehalt an gesättigten Fettsäuren wesentlich geringer als in Ziegen- und Kuhmilch. Auffällig ist der höhere Anteil an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Ziegenmilch hat eine höhere Konzentration an Linolsäure als Kuhmilch, wenn gleich diese nicht annähernd so hoch ist wie in Humanmilch, die nach *Souci* dreimal soviel wie Ziegenmilch und fünfmal soviel wie Kuhmilch enthält. Abweichungen um 0,7 % im Linolsäuregehalt gibt es zwischen den beiden Quellen.

Die Analysewerte (Tabelle 9) liegen für den prozentualen Anteil an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren der Ziegenmilch von *Jandal* und *Souci* im Variationsbereich der Werte von *Jahreis, G. et al (19)*. *Jahreis* untersuchte in einer Studie den Anteil der konjugierten Linolsäure (CLA) in Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch. Konjugierte Linolsäure als cis-9, trans-11-Isomer wird im Wiederkäuermagen von anaeroben Bakterien gebildet und stellt den größten Anteil der aus Linolsäure gebildeten Isomere dar. Sie soll antikarzinogene Wirkung haben. *Jahreis* konnte

**Tab. 9: Anteil ungesättigter Fettsäuren bei Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch\* (19)**

	n	MUFA	PUFA	CLA
Kuhmilch	8	23,2 ± 1,7	2,42 ± 0,60	1,01 ± 0,25
Ziegenmilch (Weidegang)	8	26,9 ± 5,4	2,58 ± 0,21	0,65 ± 0,25
Ziegenmilch (Stall)	8	21,8 ± 0,9	4,05 ± 0,25	0,64 ± 0,15
Schaf	8	23,0 ± 3,2	3,85 ± 1,35	1,08 ± 0,32
Humanmilch	29	33,2 ± 2,9	12,5 ± 2,9	0,39 ± 0,08

\*in % vom Gesamtfett im Jahresdurchschnitt, MUFA = einfach ungesättigt, PUFA = mehrfach ungesättigt, CLA = konjugierte Linolsäure, n = Anzahl

bestätigen, dass der Gehalt an konjugierter Linolsäure saisonal stark schwankt und in den Wintermonaten am niedrigsten ist. Im Gegensatz zur Kuhmilch, deren Gehalt an CLA bei Stallhaltung am niedrigsten ist, sind bei Ziegenmilch keine Unterschiede zwischen Weidegang und Stallhaltung zu messen. Ziegenmilch hat den geringsten Gehalt an konjugierter Linolsäure im Vergleich anderen Wiederkäuern wie Kuh und Schaf, Nur Humanmilch liegt niedriger.

### 3.1.3.1 Cholesterin

Ziegenmilch enthält 11 mg Cholesterin/100 g, Kuhmilch 12 mg und Humanmilch sogar 25 mg. Nach Renner, E. ist generell der Gehalt an Cholesterin in Milch gering (zum Vergleich Butter 240 mg, Schweinefleisch 70 mg je 100 g). Cholesterin ist zu 0,4-3,5 % in der Fettkügelchenmembran zu finden, 80 % kommen in freier Form vor. Milch- und Milchprodukte tragen nicht in einem entscheidenden Ausmaß zur Cholesterinaufnahme bei. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren haben eine senkende Wirkung auf den Cholesterinspiegel (16). Nach *Jemness, R.* (35) variiert der Cholesteringehalt in Ziegenmilch zwischen 10-20 mg/100 ml, wobei dieser im Kolostrum höher ist als in späteren Laktationsphasen.

### 3.1.3.2 Größenverteilung der Fettkügelchen

Nach einer Studie an Baladi Ziegen in Saudi Arabien liegt der Durchmesser der enthaltenen Fettkügelchen zwischen 1,5-4,5  $\mu\text{m}$  bei 88,4 %, in Kuhmilch bei 81,3 %, in Schafmilch bei 88,0 %. Es ergibt sich eine aufsteigende Reihenfolge für den Durchmesser der Fettkügelchen, den Volumendurchmesser sowie für das Volumen zum Oberfläche wie folgt: Ziege – Schaf – Kuh. Diese Ergebnisse wurden auch durch andere Studien bestätigt. Für die Verdaulichkeit sind kleine Fettkügelchen von Vorteil. (20)

Nach Gall, C. (13) beträgt die Größe der Fettkügelchen der Kuhmilch zwischen 1-10  $\mu\text{m}$  mit Durchschnittsgrößen von 4,5  $\mu\text{m}$ . Diese betragen in der Ziegenmilch 3,5  $\mu\text{m}$ . Auch nach Chandan, R.C. (38) ist in Ziegenmilch der größte Anteil der Fettkügelchen 1,5-3,5  $\mu\text{m}$  groß (Durchmesser), während dieser in Kuhmilch über 3,5  $\mu\text{m}$  beträgt.

Die kleinen Fettkügelchen der Ziegenmilch können eine homogenere Emulsion als bei Kuhmilch bilden. Dieses ist zum Teil der Grund, weshalb Ziegenmilch wenig aufrahmt. Allerdings hat die Größe der Fettkügelchen nur einen Einfluss auf das Aufrahmen, solange die Milch warm

ist. Für das Aufrahmen kalter Milch ist Agglutinin verantwortlich, das eine Zusammenballung der Fettkügelchen bewirkt. In Ziegenmilch ist weniger Agglutinin vorhanden als in Kuhmilch (10).

### 3.1.3.3 Verdaulichkeit des Milchfettes

Die Verdaulichkeit, d.h. die Geschwindigkeit und Ausmaß der Resorption von Milchfett der Kuh ist im Vergleich zu anderen Nahrungsfetten und -ölen sehr hoch. Gründe hierfür sind die physikalische Verteilungsform, die spezifische Fettsäurezusammensetzung und der Schmelzpunkt. Da das Milchfett als Fettemulsion vorliegt, kann es überwiegend in Form des Fettkügelchens und nicht in Form der Spaltprodukte Glycerin und Fettsäuren resorbiert werden. Partikel bis zu einem Durchmesser von 100 µm können so die Darmwand durchdringen und unter Umgehung der Leber direkt in die Zellen gelangen (16).

Die Fettkügelchen sind von einer Fettkügelchenmembran von einer Dicke von 8-9 nm umgeben. Der um den mittig liegenden Fettkern bestehende Teil der Membran besteht aus einer Phospholipidschicht und einer Proteinschicht. Die Membranproteine sind für die Emulgierbarkeit und Stabilität des Milchfettes von Bedeutung (2).

Ziegenmilch hat einen größeren Anteil an kleineren Fettkügelchen als Kuhmilch. Man nimmt an, dass aufgrund der dadurch bedingten Oberfläche die Lipasen die Fettkügelchen schneller angreifen können (35).

Aufgrund des hohen Anteils an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren, die leichter resorbiert werden als langkettige, da sie wasserlöslich sind und somit direkt ins Pfortaderblut transportiert werden, ist Milchfett besser verdaulich als andere Nahrungsfette. D.h. die Geschwindigkeit der Oxidation der Fettsäuren ist sehr hoch, da diese direkt als freie Fettsäuren ins Pfortaderblut übernommen werden und nicht erst nach Chylomikronenbildung über den Lymphweg in die Blutbahn gelangen (16). Außerdem greifen Lipasen Esterverbindungen von mittleren Fettsäureketten leichter an als von längeren Fettsäureketten (35).

Der Schmelzpunkt bestimmt ebenfalls die Verdaulichkeit eines Fettes. Fette mit niedrigem Schmelzpunkt werden besser absorbiert als solche mit hohem. Der Schmelzpunkt von Butter liegt bei 32-37°C, die Verdaulichkeit bei 97 %. (Vergleich: Die Verdaulichkeit von Olivenöl liegt bei 98 %, die von Rindertalg bei 93 %) (17).

Hinzu kommt, dass kurz- und mittelkettigen Fettsäuren mit 4-12 C-Atomen eine antimikrobielle Aktivität zugeschrieben wird. Gramnegative

Mikroorganismen sollen durch kurzkettige Fettsäuren stärker gehemmt werden als durch langkettige (16).

Der Fettgehalt in Ziegenmilch ist gegenüber der Kuhmilch nur leicht erhöht. Der höhere Anteil an mittelkettigen Fettsäuren (18 % im Vergleich zu 10,6 % der Kuhmilch) könnte für eine bessere Verdaulichkeit sprechen, ebenso der hohe Gehalt an kleinen Fettkügelchen.

In einer Studie von *Hachelaf*, et al. (23) an Kleinkindern mit intestinaler Malabsorption und Glutenintoleranz wurde der Effekt von Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch auf die Fettabsorptionsrate und das Gedeihen der Kinder (Gewichtszunahme) getestet. Es zeigte sich, dass Ziegenmilch einen signifikant positiven Einfluss auf die intestinale Fettabsorptionsrate hatte, wenn gleich sie nicht zu einem wesentlich besseren Gedeihen der Kinder führte.

### **3.1.3.4 Diskussion Fette**

Mittelkettige Fettsäuren finden besonders im klinischen Bereich ihre Anwendung und werden unter anderem bei Patienten eingesetzt, die an Übergewicht und Hyperlipoproteinämie leiden. Mittelkettige Fettsäuren können schnell Energie liefern und senken den Serumcholesterinspiegel. Auch in der Frühgeborenenernährung finden sie ein großes Einsatzgebiet. Es wird vermutet, dass besonders Caprin- und Caprylsäure Gallensteinen auf Cholesterinbasis entgegenwirken können (24). Der höhere Anteil an mittelkettige Fettsäuren in Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch hat sicherlich einen positiven Einfluss auf die Verdaulichkeit des Ziegenmilchfettes.

Wie *Hachelaf* (23) erwähnt, kann Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch durch ihren höheren Gehalt an mittelkettigen Fettsäuren einen positiven Einfluss auf die Verdaulichkeit der Fette haben. Dieses gilt insbesondere für Kinder und Erwachsene mit Malabsorptionen. Interessant wäre der Einsatz von Ziegenmilch in diesem Zusammenhang in Entwicklungsländern, in denen Ziegenmilch wesentlich weiter verbreitet ist als Kuhmilch.

#### **3.1.3.4.1 Diskussion Linolsäure**

Der Gehalt an Linolsäure in Ziegenmilch ist im Vergleich zur Kuhmilch höher. Als essentielle Fettsäure nimmt sie eine bedeutende Stellung in der Bildung von Strukturlipiden in Geweben und den Eicosanoiden ein. Somit spricht der hohe Anteil der Fettsäure für die Ziegenmilch. Die

geringere Konzentration an konjugierter Linolsäure in Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch weist darauf hin, dass im Verdauungssystem der Ziege weniger Linolsäure zu ihrem Isomeren umgebaut wird, als bei der Kuh. Die Konzentration von Linolsäure im Milchfett von Wiederkäuern ist von der Weidesaison abhängig und zeigt, dass diese bei Ziegen (und anderen weidenden Wiederkäuern) im Sommer am größten ist. Sie hängt stark von der Häufigkeit des Weidegangs bzw. Grüngrasfütterung ab, wodurch sie zunimmt, der Gehalt an konjugierter Linolsäure hingegen wird bei Ziegen weniger stark von der Fütterung beeinflusst.

### 3.1.4 Kohlenhydrate

Ziegenmilch enthält mit 4,2 g/100 g etwas weniger Laktose als Kuhmilch mit 4,7 g/100 g. Kuhmilch dagegen weist außerdem noch kleinste Anteile an Glucose (7,6 mg/100 g), Galaktose (8,4 mg/100 g) und Myoinositol (2,7 mg/100 g) auf. Humanmilch dagegen hat einen Laktosegehalt von 7g/100 g.

Die Calciumabsorption kann durch Laktose in der Nahrung deutlich verbessert werden. Durch mikrobiellen Abbau im Intestinaltrakt entsteht Milchsäure, welche zur Bildung eines sauren pH-Wertes führt und somit die Löslichkeit und Verfügbarkeit des Calciums für die Absorption verbessert. Laktose wird langsam resorbiert und hat eine leicht laxierende Wirkung. Diese ist durch die pH-Wert Erniedrigung zu erklären, die die Darmperistaltik erhöht (3).

Im Zusammenhang mit der Laktose ist die Laktoseunverträglichkeit zu nennen als Folge eines Mangels an den Enzymen Laktase bzw. Galaktokinase. Die Laktoseintoleranz tritt in drei Formen auf:

1. Kongenitale Laktose-Intoleranz, welche äußerst selten ist und bereits in den ersten Lebenswochen zum Vorschein kommt. Hier wird von Geburt an keine Laktase gebildet.
2. Erbliche (primäre) Laktose-Intoleranz, welche bei der Mehrzahl der Erkrankten (beginnend im Alter zwischen 3-7 Jahren) beobachtet wird.
3. Erworbene (sekundäre) Laktose-Intoleranz, die als Folge verschiedener Darmerkrankungen oder Darminfektionen nach Schädigung des Darmepithels auftritt.

Bei der Laktose-Intoleranz gelangt nicht resorbierbare Laktose in die Dickdarmabschnitte und löst dort eine osmotisch bedingte Wasserre-

tention aus. Dieser Vorgang führt zu einer verstärkten Aktivität laktospaltender Mikroorganismen, was sich in Blähungen und Durchfällen äußert (18).

### 3.2 Vitamine

#### 3.2.1 Vergleich von Vitaminen in Kuh- und Ziegenmilch

Im Vergleich zur Kuhmilch hat Ziegenmilch einen doppelt so hohen Gehalt an Vitamin A und einen dreimal so hohen an Vitamin D. Der Niacingehalt der Ziegenmilch ist dreimal so hoch, wobei das Niacinäquivalent nur noch 1,4-mal höher liegt. Dieses könnte auf einen höheren Tryptophangehalt der Kuhmilch zurück zu führen sein. Ziegenmilch enthält etwas mehr Vitamin B<sub>1</sub>, dagegen wesentlich weniger Vitamin B<sub>12</sub> und Folsäure als Kuhmilch (Tabelle 10).

Um die Zahlen zu bewerten, werden sie in Abhängigkeit von Alter, Dispositionszustand und Geschlecht betrachtet und analysiert (Tabelle 11).

**Tab. 11: Empfohlene Zufuhr ausgesuchter Vitamine (DGE) (34)**

Vitamine pro Tag	Säuglinge		Kinder			Erwachsene			
	0-3 Mon.	3-12 Mon.	1-6 J m	7-14 J w		15-50 J m w		< 51 J m w	
Vitamin A* mg	0,5	0,6	0,6	0,9		1,0		0,8	
Vitamin D µg	10		5			5		7,5	
Vitamin E mg	3	4	7	12		15		13	
Thiamin (B <sub>1</sub> ) mg	0,2	0,4	0,7	1,3	1,0	1,3	1,0	1,1	1,0
Riboflavin (B <sub>2</sub> ) mg	0,3	0,4	0,8	1,4	1,2	1,5	1,2	1,2	
Niacin-Äquiv.** mg	2	5	9	15	14	17	13	14	13
Vitamin B <sub>6</sub> mg	0,1	0,3	0,4	1,0		1,5	1,2	1,5	1,2
Folsäure*** µg	60	80	250	400		400		400	
Vitamin B <sub>12</sub> µg	0,4	0,8	1,3	2,3		3,0		3,0	
Vitamin C mg	50	55	65	90		100		100	

\*1mg Retinol-Äquivalent = 12 mg andere Provitamin A-Carotinoide = 6 mg all-trans-β-Carotin; \*\*1 mg Niacin-Äquivalent = mg Niacin + mg Tryptophan/60; \*\*\* berechnet auf Gesamtfolat (Summe folatwirksamer Verbindungen in üblicher Nahrung)

**Tab.10: Zusammensetzung von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch in g/100g (14)**

Inhaltsstoff	Maßeinheit	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafmilch	Humanmilch
Wasser	g	87,2	86,6	82,7	87,5
Protein (N x 6,25)	g	3,26	3,61	5,16	1,11
Fett	g	3,78	3,92	6,26	4,03
Kohlenhydrate	g	3,7	4,2	4,7	7,00
Ascheanteil	g	0,74	0,79	0,86	0,21
<b>Mineralstoffe</b>					
Natrium	mg	48	42	30	13
Kalium	mg	157	181	182	46
Magnesium	mg	12	11	11	3,2
Calcium	mg	120	127	183	29
Eisen	µg	46	41	70	58
Zink	µg	380	248	426	134
Phosphor	mg	92	109	115	15
Jod	µg	2,7	4,1	kA (10)*	5,1
Kupfer	µg	10	11	26	35
<b>Vitamine:</b>					
Carotinoide	µg	17	35	5	3
Vitamin A	µg	32	68	50	69
Vitamin D	ng	74	250	kA (160)*	67
Vitamin E	µg	128	kA (100)*	kA (200)*	278
Thiamin (B <sub>1</sub> )	µg	37	49	48	15
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	µg	180	150	230	38
Niacin	µg	90	320	450	170
Niacin-äquivalente**	mg	0,8	1,1	1,6	0,5 *
Vitamin B <sub>6</sub>	µg	36	27	kA (80)*	14
Vitamin B <sub>12</sub>	ng	420	70	510	50
Folsäure	µg	6,7	0,8	kA (5,0)*	8
Vitamin C	mg	1,7	2,0	4,3	6,5

\*Quellen: Hesecker, B.: Nährstoffe in Lebensmitteln: Die große Energie- und Nährwerttabelle. Frankfurt 1999; \*\*1 mg Niacinäquivalent = 1 mg Niacin + 1/60 mg Tryptophan; kA = keine Angabe

**Tab. 12: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 Liter Kuh- und Ziegenmilch für Erwachsene in %**

Vitamine		Kuhmilch		Ziegenmilch	
		m	w	m	w
Vitamin A*	15-50 Jahre	32		68	
	< 51 Jahre	40		85	
Vitamin D	15-50 Jahre	15		50	
	< 51 Jahre	10		33	
Vitamin E	15-50 Jahre	9		7	
	< 51 Jahre	10		8	
Thiamin (B <sub>1</sub> )	15-50 Jahre	28	37	38	49
	< 51 Jahre	34	37	45	49
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	15-50 Jahre	120	150	100	125
	< 51 Jahre		150		125
Niacin-Äqui.**	15-50 Jahre	47	62	65	85
	< 51 Jahre	57	62	79	85
Vitamin B <sub>6</sub>	>15 Jahre	24	30	18	23
Folsäure	> 15 Jahre	17		2	
Vitamin B <sub>12</sub>	> 15 Jahre	140		23	
Vitamin C	> 15 Jahre	17		20	

### 3.2.2 Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von Kuh- und Ziegenmilch bei Erwachsenen

Ziegenmilch ist ein guter Lieferant von Vitamin A, D, Thiamin, Riboflavin und Niacin für Erwachsene (Tabelle 12). Beide Milcharten haben einen sehr geringen Deckungsbeitrag an Vitamin E, Kuhmilch zusätzlich noch an Vitamin D. Ein Liter Ziegenmilch deckt den Bedarf an Folsäure nur zu 2 % (Kuhmilch zu 17 %) und Vitamin B<sub>12</sub> zu 23 % (Kuhmilch zu 140 %).

### 3.2.3 Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine durch Kuh- und Ziegenmilch von Kindern (1-15 Jahre)

Die prozentuale Bedarfsdeckung einzelner Vitamine verhält sich bei Kindern ähnlich wie bei Erwachsenen (Tab. 13). Kritische Vitamine der Kuhmilch sind Vitamin D, Vitamin E, Folsäure und Vitamin C. Ziegenmilch leistet den doppelten Beitrag an Vitamin A und den 2,5fachen Beitrag an Vitamin D wie Kuhmilch. Dagegen ist der Deckungsbeitrag an Vitamin E

über Ziegen- und Kuhmilch sehr gering. Folsäure in Ziegenmilch ist mit 3-6 % als sehr gering zu betrachten. Vitamin B<sub>12</sub> wird zu 30-54 % (je nach Alter des Kindes) über Ziegenmilch gedeckt.

**Tab. 13: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 Liter Kuh- und Ziegenmilch für Kinder (1-15 Jahre) in %**

Vitamine		Kuhmilch		Ziegenmilch	
		m	w	m	w
Vitamin A	1-6 Jahre	53		113	
	7-15 Jahre	36		76	
Vitamin D	1-15 Jahre	15		50	
Vitamin E	1-6 Jahre	18		14	
	7-15 Jahre	11		8	
Thiamin (B <sub>1</sub> )	1-6 Jahre	53		70	
	7-15 Jahre	31	37	41	49
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	1-6 Jahre	225		188	
	7-15 Jahre	129	150	107	125
Niacin-Äquivalent	1-6 Jahre	89		122	
	7-15 Jahre	53	57	74	79
Vitamin B <sub>6</sub>	1-6 Jahre	90		68	
	7-15 Jahre	36		27	
Folsäure	1-6 Jahre	27		3	
	7-15 Jahre	17		2	
Vitamin B <sub>12</sub>	1-6 Jahre	323		54	
	7-15 Jahre	182		30	
Vitamin C	1-6 Jahre	26		31	
	7-15 Jahre	19		22	

Geht man bei Kindern von einem täglichen Milchkonsum von ½ Liter aus, müssen die Deckungsbeiträge entsprechend umgerechnet werden (Tab. 14).

½ Liter Kuhmilch leistet einen guten Beitrag zur Bedarfsdeckung von Riboflavin, Niacin und Vitamin B<sub>12</sub>. Ziegenmilch im Vergleich deckt einen guten Teil des Bedarfs an Vitamin A, Vitamin D, Riboflavin und Niacin. Besonders Vitamin E, Vitamin B<sub>12</sub>, Vitamin B<sub>6</sub>, Vitamin C (für 7-15 jährige) und Folsäure werden über Ziegenmilch nur in geringer Menge gedeckt.

**Tab. 14: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von ½ Liter Kuh- und Ziegenmilch für Kinder (1-15 Jahre) in %**

Vitamine		Kuhmilch		Ziegenmilch	
		m	w	m	w
Vitamin A	1-6 Jahre	27		57	
	7-15 Jahre	18		38	
Vitamin D	1-15 Jahre	8		25	
Vitamin E	1-6 Jahre	9		7	
	7-15 Jahre	5		4	
Thiamin (B <sub>1</sub> )	1-6 Jahre	27		35	
	7-15 Jahre	15	18	20	25
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	1-6 Jahre	113		94	
	7-15 Jahre	65	75	54	63
Niacin-Äquivalent	1-6 Jahre	45		61	
	7-15 Jahre	26	29	37	40
Vitamin B <sub>6</sub>	1-6 Jahre	45		34	
	7-15 Jahre	18		14	
Folsäure	1-6 Jahre	14		2	
	7-15 Jahre	9		1	
Vitamin B <sub>12</sub>	1-6 Jahre	162		27	
	7-15 Jahre	91		15	
Vitamin C	1-6 Jahre	13		15	
	7-15 Jahre	9		11	

### 3.2.4 Bedarfsdeckung von Vitaminen durch Kuh- und Ziegenmilch von Säuglingen im Vergleich zur Humanmilch

Die Trinkmenge bei einem Säugling steigert sich langsam von 100 ccm/Tag auf 500 ccm nach 2-3 Wochen und auf 1000 ccm nach 4 Monaten. Beim Vergleich der Milcharten in bezug auf die Bedarfsdeckung durch Vitamine ist zu berücksichtigen, dass sowohl Kuh- als auch Ziegenmilch aufgrund ihrer hohen Konzentration an Mineralstoffen *verdünnt* verabreicht werden. Ab dem 5. Lebensmonat wird ⅔ Milch gegeben. Gleichzeitig werden die Milchmahlzeiten durch weitere Breimahlzeiten ersetzt. Bei dem Vergleich von Kuh- und Ziegenmilch wird nur verdünnte Milch betrachtet.

**Tab. 15: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 l verdünnte Kuh-, Ziegen- sowie Humanmilch für Säuglinge\* in %**

Vitamine	Kuhmilch		Ziegenmilch		Human-milch
	½	⅔	½	⅔	
Vitamin A	27	35	57	75	115
Vitamin D	3,7	5	13	17	6,7
Vitamin E	16	21	13	17	70
Thiamin (B <sub>1</sub> )	46	62	61	82	38
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	225	300	188	250	95
Niacin-Äquivalent	80	107	110	147	100
Vitamin B <sub>6</sub>	60	80	45	60	47
Folsäure	41	56	5	7	100
Vitamin B <sub>12</sub>	262	350	44	58	63
Vitamin C	15	20	18	24	118

\* 4-12 Monate

Die Bedarfsdeckung von Vitamin A, B<sub>1</sub>, Riboflavin, Niacin und Vitamin B<sub>6</sub> über verdünnte Ziegenmilch ist gut. Zwar werden nur 13- 17 % des täglichen Bedarfs an Vitamin D mit 1 Liter verdünnte Ziegenmilch gedeckt, aber dieser Wert liegt dreimal höher als bei Human- und Kuhmilch. Der Bedarf an Vitamin B<sub>6</sub> wird über ⅔ Ziegenmilch besser erreicht als über Humanmilch. Die Vitamin B<sub>12</sub> Versorgung ist durch Kuhmilch mit 260-350 % mehr als gewährleistet., Ziegenmilch erbringt nur 44-58 % Wesentlich kritischer ist die Versorgung mit *Folsäure* zu betrachten, zu welcher Humanmilch 100 % und Ziegenmilch nur 7 % beisteuert. Obwohl die Bedarfsdeckung an Vitamin C bei Ziegenmilch mit 18-24 % besser ist als über Kuhmilch, betragen diese prozentualen Deckungswerte nur 1/5 des Deckungsbeitrages der Humanmilch.

### 3.2.5 Diskussion Vitamine

Ziegenmilch ist wie bereits erwähnt ein guter Lieferant von *Vitamin A, Vitamin D, Vitamin B<sub>2</sub> und Thiamin (B<sub>1</sub>)*. Die genannten Vitamine stellen keine Mangelstoffe in der Ernährung **Erwachsener** in Deutschland dar.

Lediglich männliche Jugendliche nehmen zu wenig Thiamin zu sich. Für sie könnte die Ziegenmilch ein sinnvoller Nahrungsbestandteil sein (47).

Nach neueren Erkenntnissen (34) ist bei Senioren häufig eine erniedrigte *Vitamin A* Plasmakonzentration zu beobachten, was sich unter anderem in vermehrt auftretenden Infekten bemerkbar machen kann. Senioren sollten deshalb auf eine ausgewogene Mischkost achten, die reich an Gemüse ist. Ziegenmilch könnte gut zur Bedarfsdeckung von Vitamin A beitragen.

Beim Erwachsenen führt ein ausgeprägter *Vitamin D* Mangel zur Osteomalazie, die zu Spontanfrakturen führen kann. Eine nicht optimale Vitamin D Versorgung trägt zur Entstehung der Osteoporose und einem gehäuften Auftreten von Hüftfrakturen bei. Im Alter ist die Vitamin D Bildung in der Haut herabgesetzt, so dass manchmal bei Senioren, die in Heimen leben und sich wenig im Freien aufhalten, Vitamin D Mangelsymptome auftreten. Ziegenmilch könnte durch den relativ hohen Gehalt an Vitamin D zur Bedarfsdeckung beitragen.

Die Bedarfsdeckung von *Folsäure*, *Vitamin E* und *Vitamin B<sub>6</sub>* ist über Ziegenmilch gering, wobei die Werte von Vitamin E und Vitamin B<sub>6</sub> denen der Kuhmilch ähnlich sind, Milch gilt jedoch nicht als Quelle für diese Vitamine.

Hingegen gehören Milch- und Milchprodukte neben Gemüse, Vollkornbackwaren, Fleisch und Eiern zu den folatliefernden Lebensmitteln, so dass bei einem Verzicht auf Kuhmilch bzw. dem Konsum von Ziegenmilch auf ergänzende Lebensmittel zurück zu greifen ist. Dieses scheint bei einer vielseitigen und ausgewogenen Kost des Erwachsenen kein Problem zu sein.

Der *Vitamin B<sub>12</sub>* Bedarf eines Erwachsenen wird über einen Liter Ziegenmilch zu 23 % gedeckt (Kuhmilch zu 140 %), so dass Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch sehr arm an diesem Vitamin ist. Da Vitamin B<sub>12</sub> überwiegend in Fleisch, Fisch, Eiern, Milch, fermentierten Lebensmitteln und nur in Spuren in anderen pflanzlichen Produkten enthalten sind, ist ein Mangel nur bei strenger vegetarischer Kost zu befürchten. Außerdem enthält die landesübliche Ernährung Mitteleuropas Vitamin B<sub>12</sub> in Mengen, die weit über dem Tagesbedarf liegen, so dass Mangelerscheinungen nicht zu befürchten sind (34).

Bei der Versorgung von **Kindern** und **Jugendlichen** kann Ziegenmilch

mit den Vitaminen A, D, Riboflavin und Niacin einen wertvollen Beitrag leisten.

Als *Vitamin A*-Quellen sind Leber und Gemüse mit hohem Carotingehalt wie Karotten, Spinat, Grünkohl, Salat bekannt, wobei dessen Ausnutzung durch die gleichzeitige Zufuhr von Milch und Fett noch günstiger ist. Käse, Milch und Eier gelten als gute Vitamin A Quellen. Während Mangelerkrankungen in Industrieländern extrem selten sind, werden sie in Entwicklungsländern sehr häufig beobachtet (16). Mangelerkrankungen äußern sich in Wachstums- und Fortpflanzungsstörungen, zur Erkrankung der Augen und Austrocknung der Schleimhäute. Bei der Keratomalazie verhärten sich die Zellen der Hornhaut lederartig, bei der Xerophthalmie kommt es zur Verhornung des Binde- und Tränen-drüsengewebes. Beide Formen können zur Erblindung führen. Durch die Eintrocknung von Schleimhäuten, bei der mehr Keratin in die Zellen eingelagert wird, verliert die Haut die Fähigkeit, Infektionserreger abzuwehren, so dass es leichter zu Infektionskrankheiten kommen kann. Der Einsatz von Ziegenmilch in Entwicklungsländern könnte die Versorgung verbessern.

Im Vergleich zur Kuhmilch ist besonders *Vitamin D* hervorzuheben, welches sehr wichtig ist für die Calciumhomöostase. Es wirkt dem Absinken der Plasma-Calciumkonzentration entgegen, indem es entweder mehr Calcium absorbiert oder aus dem Skelett mobilisiert. Ein Mangel an Vitamin D führt zur ungenügenden Mineralisierung der Knochen und äußert sich bei Kindern im Erscheinungsbild der Rachitis, welche primär auf Calciummangel beruht. Rachitis tritt hauptsächlich bis zum zweiten Lebensjahr auf. Die Synthetisierung von Vitamin D in der Haut ist bei ausreichender Sonneneinstrahlung möglich. Die klimatischen Verhältnisse in Deutschland lassen teilweise eine unzureichende Synthese des Vitamins vermuten, so dass orale Vitamin D Gaben bei Säuglingen von vielen Kinderärzten bis zum ersten Lebensjahr empfohlen werden. Beim Kleinkind besteht bei ausreichender Vitamin D Versorgung im Säuglingsalter keine Gefahr der Rachitis. Da die maximale Knochenmasse erst im dritten Lebensjahrzehnt erreicht wird, ist die notwendige Vitamin D Zufuhr nicht bekannt, so dass die tabellarischen Angaben für den Bedarf an Vitamin D geschätzt sind (34). Lebensmittel mit hohem natürlichem Vitamin D Gehalt sind Lebertran, Hering, Leber, Eigelb und Butter (17). Hierbei handelt es sich um Lebensmittel, die von Kindern sicherlich nicht favorisiert werden. Ziegenmilch, sofern Kinder an den Geschmack

gewöhnt sind, könnte die Vitamin D Versorgung vor allem bei Kleinkindern sehr verbessern.

Als wesentliche Quellen für *Riboflavin* (Vitamin B<sub>2</sub>) gelten Milch, Käse, Fleisch, Eier, Getreideerzeugnisse sowie Seefische. Riboflavin wirkt im Organismus in Form der Coenzyme FMN und FAD, die das Redoxsystem in der mitochondrialen Atmungskette darstellen. Der Stoffwechsel von Hornhaut und Linse sind sehr vom Riboflavin abhängig. Außerdem ist es wichtig für die Erhaltung der Myelinschicht von Nerven. Vitaminmangel tritt noch in Entwicklungsländern auf, der zu entzündlichen Hauterkrankungen, Mundwinkel-Rhagaden, Wachstumshemmungen und Anämien führt. Antibiotika können die Synthese von Riboflavin durch Darmbakterien unterbinden, wobei noch unklar ist, ob dadurch ein Mangel entsteht. Des Weiteren ist Chinin beispielweise aus Getränken ein Vitamin B<sub>2</sub>-Antagonist (34). Bei einem Verzehr von ½ Liter Ziegenmilch werden 94 % (½ Liter Kuhmilch 113 %) des Bedarfs an Riboflavin bei Kindern (1-6 Jahre) und etwa 60 % (½ Liter Kuhmilch 65-75 %) bei 7-15 jährigen gedeckt. Kuh- und Ziegenmilch können somit eine wertvolle Quelle für Riboflavin darstellen.

*Niacin* ist Bestandteil der Coenzyme NAD und NADP, welche am Auf- und Abbau von Kohlenhydraten, Fettsäuren und Aminosäuren beteiligt sind. Das Vitamin ist für die Funktionsfähigkeit des Magen-Darm-Traktes sowie des Nervensystems wichtig (4). Niacin kann aus der essentiellen Aminosäure Tryptophan gebildet werden. Es ist vor allem in Fleisch, Pilzen, Vollkorngetreide, Mandel, Erdnuss und Fisch vorhanden. Milch und Eier besitzen sehr wenig Niacin, wegen ihres hohen Tryptophangehaltes haben sie jedoch ein hohes Niacinäquivalent. Aus 60 mg Tryptophan kann 1 mg Niacin gebildet werden. In Mais und Kartoffeln liegt Niacin in einer gebundenen, nicht absorbierbaren Form vor, welches durch Behandlung mit Alkali freigesetzt werden kann (17). Bei Niacinmangel kommt es zur Entstehung von Pellagra, welche sich als Dermatitis äußert, gefolgt von Diarrhoe, bei Verschlimmerung der Krankheit zur geistigen Umnachtung bis hin zum Tod (35). Da Niacin aus Tryptophan gebildet wird, tritt Niacinmangel erst dann auf, wenn auch der Aminosäurestoffwechsel gestört ist. Niacinmangel ist häufig auch mit einem Mangel an Vitamin B<sub>6</sub> verbunden, welches für die Umwandlung von Tryptophan in Niacin notwendig ist. Pellagra tritt in Bevölkerungsgruppen auf, die sich überwiegend von Mais ernähren, da Mais arm an Tryptophan ist und Niacin in nicht-absorbierbarer Form enthält (17). In Mitteleuropa ist

heute mit einem Niacinmangel nur unter extremen Ernährungsformen zu rechnen (34). Der Bedarf an Niacin kann über Ziegenmilch zu einem höheren Prozentsatz gedeckt werden als Kuhmilch und wäre bei niacinarmer Ernährung ein geeignetes Lebensmittel.

Niedrig sind die Deckungsbeiträge der Ziegenmilch von *Folsäure* und von Vitamin  $B_6$ ,  $B_{12}$  bei Kindern im Alter von 7-15 Jahren. Bei Kindern ist zu berücksichtigen, dass infolge vermehrter Zellneubildung während der Wachstumsphase auch ein erhöhter *Folsäure*bedarf besteht. Zu den folatreichen Lebensmittel zählen bestimmte Gemüse (Tomaten, Kohlarthen, Spinat, Gurken), Brot und Backwaren aus Vollkornmehl, Kartoffeln, Fleisch, einige Käsesorten und Eier (34). Im Gegensatz zur Kuhmilch, die beim Verzehr von  $\frac{1}{2}$  Liter den *Folsäure*bedarf zwischen 15-30 % (je nach Alter des Kindes) deckt, liefert Ziegenmilch bei gleicher Menge nur einen Beitrag von 2 %. Wird Ziegenmilch als Alternative zur Kuhmilch gewählt, sollte darauf geachtet werden, dass andere Lebensmittelgruppen stärker ins Gewicht fallen. Hinzuzufügen ist, dass *Folsäure* in Milch proteingebunden ( $\beta$ -Laktoglobulin) vorliegt und so sehr gut resorbierbar ist (34).

*Vitamin B<sub>6</sub>* ist in über 60 verschiedenen Enzymsystemen des Aminosäure- und Proteinstoffwechsels als Coenzym tätig (17). Vitamin  $B_6$  ist in nahezu allen Lebensmitteln enthalten, besonders hoch ist der Gehalt in Hühner- und Schweinefleisch, Fisch, einigen Gemüsearten wie Kohl, grüne Bohnen, Linsen, Feldsalat, Kartoffeln, Vollkornprodukte und Bananen (34). Ein Mangel äußert sich in Symptomen wie Appetitlosigkeit, Erbrechen, Wachstumsstörungen, Anämien, Degeneration der Nerven oder Depressionen (17). Aufgrund des vielseitigen Vorkommens des Vitamins sind ernährungsbedingte Mangelerscheinungen selten. Da Milch nicht als Vitamin  $B_6$ -reiches Lebensmittel gilt, ist die geringe Zufuhr an Vitamin  $B_6$  über Ziegenmilch als nicht sehr relevant zu betrachten. Bei Kindern mit ausgewogener Mischkost wird der Bedarf an diesem Vitamin über die genannten Lebensmittel leicht gedeckt.

Wie bereits für die Bedarfsdeckung von Erwachsenen diskutiert, ist ein Mangel an *Vitamin B<sub>12</sub>* nur bei strenger vegetarischer Kost zu erwarten. Da die landesübliche Ernährung in Mitteleuropa Vitamin  $B_{12}$  Mengen enthält, die weit über dem Tagesbedarf liegen, sind Mangelerscheinungen bei Kindern nicht bekannt (34). Vitamin  $B_{12}$  ist überwiegend in Fleisch, Fisch, Eiern, Milch, fermentierten Lebensmitteln und nur in Spuren in

anderen pflanzlichen Produkten enthalten. Der Gehalt an Vitamin B<sub>12</sub> ist in Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch sehr gering, so dass beim Verzicht von Kuhmilch auf eine gute Mischkost geachtet werden sollte.

Verdünnte Ziegenmilch deckt den Bedarf an den Vitaminen A, B<sub>1</sub>, Riboflavin, Niacin und Vitamin B<sub>6</sub> für **Säuglinge** zu einem hohen Anteil mit Ausnahme von Vitamin D, Vitamin E und Folsäure. Ähnlich gering ist die Versorgung mit Vitamin B<sub>12</sub> und Vitamin C. Obwohl der Vitamin C Bedarf zu 18-24 % über verdünnte Ziegenmilch gedeckt werden kann, beträgt der Deckungsbeitrag nur 1/5 dessen der Humanmilch. Aufgrund des hohen Vitamin A Gehaltes der Ziegenmilch ist die Bedarfsdeckung mit 82 % bei verdünnter Ziegenmilch gewährleistet (Kuhmilch: 35 %). Durch frühe Beikost in Form von Karotten und später Vitamin C-haltigem Obst kann der Bedarf an Vitamin A und C gedeckt werden.

Der Deckungsbeitrag an *Vitamin D* über verdünnte Ziegenmilch beträgt 17 % und ist etwa dreimal so hoch wie der von Kuh- und Humanmilch. Man geht davon aus, dass trotz des niedrigen Vitamin D-Gehaltes der Muttermilch der gestillte Säugling ausreichend gegenüber Rachitis geschützt ist. Dieses liegt in der höheren Vitamin D-Wirksamkeit der Humanmilch begründet, die einen größeren Gehalt an wasserlöslichem Vitamin D-Sulfat aufweist (3). Eine Supplementierung von Vitamin D in Form von Vitamin D Präparaten, wie sie heute von vielen Kinderärzten angeraten wird, sollte von den Müttern entschieden werden.

*Vitamin E* wird über Humanmilch zu 70 %, über verdünnte Ziegenmilch zu 13-17% gedeckt (verdünnte Kuhmilch zu 16-21 %). Aufgrund des eingeschränkten Tocopheroltransportes von der Plazenta zum Fetus verfügen Neugeborene über sehr geringe Tocopherolspeicher. Frauenmilch aber enthält ausreichend Vitamin E. Selbsthergestellte Säuglingsnahrung auf Kuhmilchbasis wird deshalb mit Keimöl angereichert, um den Bedarf an Vitamin E zu decken. Dieses wäre bei Einsatz von Ziegenmilch sicherlich eine notwendige Maßnahme.

Man geht davon aus, dass die Folatezufuhr über die Muttermilch ausreichend ist für die Bedarfsdeckung des Säuglings (34). Der Gehalt an *Folsäure* beträgt in Ziegenmilch aber nur 1/10 von dem der Humanmilch. *Folsäure* und ihre Derivate sind vor allem an Prozessen der Zellteilung und Zellneubildung beteiligt, so dass ein Mangel an Orten hoher Zellteilungsraten wie rote und weiße Blutzellen oder die Darmschleimhaut

zu sehen sind. Leitsymptom des Folatmangels ist die hyperchrome, makrozytäre Anämie. Folsäure steht aber mit Eisen und Vitamin B<sub>12</sub> eng in Verbindung. Auch bei Vitamin B<sub>12</sub>-Mangel kommt es zur hypochromen makrozytären Anämie. Die Differenzierung zwischen einem Vitamin B<sub>12</sub>- und einem Folsäuremangel kann nur durch Bestimmung des Blut- bzw. Erythrozytenspiegels erfolgen, da das klinische Bild, solange keine neurologischen Symptome auf Vitamin B<sub>12</sub>-Mangel hinweisen, identisch sind (42). Früher war die „Ziegenmilchanämie“ unter Säuglingen verbreitet, die mit dieser Milch ernährt wurden. Die alleinige Behandlung mit Vitamin B<sub>12</sub> aber brachte nicht die gewünschten Erfolge, bis ein Folsäuremangel als Ursache erkannt wurde (35). Somit ist Ziegenmilch allein aufgrund ihres viel zu geringen Folsäuregehaltes als Flaschennahrung für Säuglinge nicht geeignet, es sei denn, dass die Milch (bei industrieller Verarbeitung) mit Folsäure angereichert wird.

Wajih, N. et al (36) zeigt in einer Studie, bei der die Milch zweier Ziegenrassen in Saudi-Arabien auf ihre Gehalte analysiert wurde, dass der Folsäuregehalt der Milch der einen Rasse dreimal so hoch war wie in der anderen, somit der Folsäuregehalt eventuell rassenspezifischen Unterschieden unterliegt.

Immer wieder wird von einem geringen *Vitamin B<sub>12</sub>* Gehalt der Ziegenmilch in bezug auf eine ausreichende Versorgung für Säuglinge gesprochen. Vitamin B<sub>12</sub> wird über Kuhmilch zu einem vielfachen mehr gedeckt als über Ziegenmilch. Verdünnte Ziegenmilch leistet bei 4-12 Monate alten Säuglingen einen Deckungsbeitrag von 58 % im Gegensatz zu 350 % bei Verwendung von verdünnter Kuhmilch. Der Gehalt an Vitamin B<sub>12</sub> ist aber in Ziegenmilch mit 70 ng höher als in Humanmilch mit 50 ng, so dass der Bedarf des Säuglings selbst über verdünnte Ziegenmilch zu 58 % (Humanmilch: 63 %) gedeckt wird. Vielleicht rührt die allgemeine Meinung, Ziegenmilch enthalte zu wenig Vitamin B<sub>12</sub> daher, dass man früher die „Ziegenmilchanämie“ fälschlicherweise auf einen Vitamin B<sub>12</sub> zurückführte.

Somit wäre die Versorgung durch Ziegenmilch sowohl für die Vitamine E, C, Folsäure, B<sub>12</sub> und eventuell Vitamin B<sub>6</sub> zu gering. Vor allem Folsäure ist extrem niedrig. Im Vergleich mit den Empfehlungen für Säuglingsanfangsnahrungen läge auch der Vitamin B<sub>6</sub> zu niedrig, er enthält allerdings einen hohen Sicherheitszuschlag.

### 3.3 Mineralstoffe und Spurenelemente

Mineralstoffe und Spurenelemente sind in Kuh- und Ziegenmilch zu ähnlich hohen Anteilen enthalten. Ziegenmilch enthält mehr Kalium, Phosphor und Jod sowie weniger Zink als Kuhmilch. Chandan, R.C. (38) erwähnt, dass die Gehalte an Zink und Kupfer in Ziegenmilch während der Laktationsperiode sehr schwanken und von der Ziegenrasse abhängig sind. Die absoluten Konzentrationen lassen sich mit den Empfehlungen der DGE vergleichen und bewerten. Hierfür ist eine Differenzierung nach Altersgruppe und Geschlecht sinnvoll.

**Tab. 16: Vergleich der Vitamine der Milcharten mit den EG-Empfehlungen für Säuglingsanfangsnahrung (100 g)**

Inhaltsstoff	½ Kuhmilch	½ Ziegenmilch	Humanmilch	Säuglingsanfangsnahrung**
Vitamin A µg	16	34	69	42-126
Vitamin D ng	37	125	67	70-175
Thiamin (B <sub>1</sub> ) µg	18	25	15	> 28
Riboflavin (B <sub>2</sub> ) µg	90	75	38	> 42
Vitamin B <sub>6</sub> µg	18	14	14	>25
Vitamin B <sub>12</sub> ng	210	35	50	> 70
Folsäure µg	3,4	0,4	8,0	>2,8
Vitamin C mg	0,9	1,0	6,5	>5,6

\*Quellenangaben stammen aus: Heseker, B., Nährstoffe in Lebensmitteln: die große Energie- und Nährwerttabelle. Frankfurt/Main. 1993 \*\* Aus den EG-Richtlinien über Säuglingsanfangs- und Folgenahrung

### 3.3.1 Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen durch Kuh- und Ziegenmilch bei Erwachsenen

1 Liter Kuh- oder Ziegenmilch tragen zur überwiegenden Bedarfsdeckung von Natrium, Kalium, Calcium und Phosphor bei (Tabelle 17). Kuhmilch ist generell kein guter Lieferant von Eisen und Kupfer. Auch Ziegenmilch enthält davon sehr wenig. Sie deckt außerdem den Bedarf an Zink zu nur 25-35 % (Kuhmilch: 38-54 %), Jod zu 21-22 % (Kuhmilch 14 -16 %).

**Tab. 17: Empfohlene Zufuhr ausgesuchter Mineralstoffe und Spurenelemente nach Alter und Geschlecht (DGE) (34)**

Mineralstoffe und Spurenelemente	Säuglinge 0-3 4-12 Mon.		Kinder		Erwachsene			
			1-6 J	7-14 J m w	15-51 J m w		< 51 J m w	
Natrium mg/d	100	180	360	500	550			
Kalium mg/d	400	650	1200	1700	2000			
Magnesium mg/d	40	60	100	240	370	325	350	300
Calcium mg/d	220	400	600	1000	1100	1000		
Phosphor mg/d	120	300	550	1100	900	700		
Ca/P *	2,0	1,0	0,70	0,65	0,68	0,65		
Eisen mg/d	0,5**	8	8	12 15	10 15	10		
Jod µg/d	50	80	110	170	200	190		
Zink mg/d	1	2	4	9 7	10 7	10 7	7	
Kupfer mg/d	0,4	0,65	0,5-1,0		1,0-1,5			

\* Calcium/Phosphor Verhältnis; s. 3.3.4. \*\* ein Eisenbedarf erst ab dem 4. Monat.

**Tab. 18: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1 Liter Kuh- und Ziegenmilch für Erwachsene in %**

Mineralstoffe und Spurenelemente		Kuhmilch		Ziegenmilch	
		m	w	m	w
Natrium		87		76	
Kalium		79		91	
Magnesium	15-51 Jahre	32	37	30	4
	> 51 Jahre	34	40	31	37
Calcium	15-51 Jahre	110		116	
	> 51 Jahre	120		127	
Phosphor	15-51 Jahre	102		121	
	> 51 Jahre	131		156	
Eisen	15-51 Jahre	4	3	4	3
	> 51 Jahre	4		4	
Jod	15-51 Jahre	14		21	
	> 51 Jahre	16		22	
Zink		38	54	25	35
Kupfer		10-7		11-7	

m = männlich w= weiblich

### 3.3.2 Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen durch Kuh- und Ziegenmilch bei Kindern (1-15 Jahre)

Die Elemente Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium und Phosphor können zum überwiegenden Teil aus 1 Liter Ziegenmilch gedeckt werden mit Ausnahme von Magnesium (bei 7-15 jährigen nur 46 %). Sogar ½ Liter Ziegenmilch erreicht bei den genannten Elementen einen Deckungsbeitrag zwischen 50-100 %.

Der Eisenbedarf wird sowohl bei ½ Liter Kuh- als auch Ziegenmilch mit 2-3 % sehr wenig gedeckt. Im Vergleich zur Kuhmilch ist die Bedarfsdeckung von Zink bei Ziegenmilch ungünstiger, sie beträgt immerhin noch 16-31 %. Wie auch bei den Erwachsenen zu sehen, ist der Beitrag von Kupfer bei beiden Milcharten sehr gering, dagegen kann mit ½ l Ziegenmilch der Jodbedarf zu 12-19 % gedeckt werden (Tabelle 19).

**Tab. 19: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1 Liter bzw. ½ Liter Kuh- und Ziegenmilch für Kinder (1- 15 Jahren) in %**

Mineralstoffe und Spurenelemente		Kuhmilch		Ziegenmilch	
		1 Liter	½ Liter	1 Liter	½ Liter
Natrium	1-6 Jahre	134	67	117	58
	7-15 Jahre	96	47	84	42
Kalium	1-6 Jahre	131	66	151	75
	7-15 Jahre	91	46	106	53
Magnesium	1-6 Jahre	120	60	110	55
	7-15 Jahre	50	25	46	23
Calcium	1-6 Jahre	200	100	212	106
	7-15 Jahre	120	60	127	64
Phosphor	1-6 Jahre	167	84	198	99
	7-15 Jahre	84	42	99	49
Eisen	1-6 Jahre	6	3	5	3
	7-15 Jahre	4	2	3	2
Jod	1-6 Jahre	25	13	37	19
	7-15 Jahre	16	8	24	12
Zink	1-6 Jahre	95	48	62	31
	7-15 Jahre	42	21	31	16
Kupfer	1-7 Jahre	20-10	10-5	22-11	11-6

### 3.3.3 Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen durch Kuh- und Ziegenmilch bei Säuglingen im Vergleich zur Humanmilch

Die Elemente Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium und Phosphor decken über verdünnte Ziegenmilch den täglichen Bedarf zwischen 116-155 %, wobei diese Werte denen der Kuhmilch sehr ähnlich sind. Humanmilch dagegen zeigt Deckungsbeiträge an diesen Elementen zwischen 50-72 %. Der Deckungsbeitrag von Eisen ist bei allen Milcharten ähnlich niedrig, beträgt im Alter von 4-12 Monaten 3-7 %.

**Tab. 20: Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen von 1 Liter verdünnter Kuh- und Ziegenmilch für Säuglinge\* in %**

Mineralstoffe und Spurenelemente	Kuhmilch		Ziegen- milch		Humanmilch
	½	⅔	½	⅔	
Natrium	133	178	116	155	72
Kalium	121	161	139	186	72
Magnesium	100	133	91	122	53
Calcium	120	200	159	212	73
Phosphor	153	204	192	242	50
Eisen	3	4	2	3	7
Jod	17	23	26	34	64
Zink	95	127	62	83	67
Kupfer	7	10	9	11	54

\*4-12 Monate

Wenngleich die Jodversorgung des Säuglings durch Ziegenmilch besser ist als durch Kuhmilch, wird der Bedarf trotzdem nur zur Hälfte wie bei Humanmilch gedeckt. Die Versorgung von Zink über verdünnte Ziegenmilch ist ähnlich hoch wie bei Humanmilch, wobei diese weitaus niedriger liegt als über Kuhmilch. Während der Kupferbedarf über Humanmilch zu 54 % gedeckt wird, liegt der Deckungsbeitrag bei Ziegenmilch nur bei 9-11 %.

### 3.3.4 Diskussion Mineralstoffe und Spurenelemente

Ziegenmilch enthält etwas weniger **Natrium** als Kuhmilch, so dass die Bedarfsdeckung Erwachsener mit 1 Liter Ziegenmilch 76 % (Kuhmilch: 87 %) beträgt. Generell wird zu einer Reduzierung des Kochsalzkonsums geraten, um die Gefahr von Hypertonie oder Ödemen zu verringern. Der Bedarf an Natrium ist durch die Kochsalzzufuhr der Nahrung oftmals übertroffen. Durch einen hohen Speisesalzverzehr kommt es auch zur vermehrten Ausscheidung von Calcium im Urin. Dies ist besonders bedenklich für Frauen in der Menopause, da dies zu einer stärkeren Verminderung der Knochendichte führt und die Bildung von Osteoporose begünstigt (34).

Hohe Gehalte an Natrium sind vor allem in zubereiteten Lebensmitteln zu finden wie zum Beispiel Wurstwaren, Brot, Fertigsaucen, Fertiggerichte, Hartkäse, welche stark gesalzen werden. Milch, Weichkäse, Eier, Frischfleisch haben mittlere Gehalte an Natrium während Obst, Gemüse, Reis, Weizen natriumarm sind.

**Calcium** wird im Zusammenhang mit Osteoporose diskutiert und obwohl der präventive Nutzen einer hohen Calciumaufnahme noch nicht ausreichend belegt ist, wird die Bedarfsempfehlung recht hoch angesetzt. Der Knochenverlust nach der Menopause kann zwar durch eine erhöhte Calciumzufuhr nicht aufgehalten werden, aber die Calciumeinlagerung wird durch zusätzliche Östrogengabe positiv beeinflusst. Negative Folgen wie die Begünstigung von Arteriosklerose durch hohe Calciumzufuhr im Alter sind bislang nicht bewiesen (34). Demzufolge sind sowohl Kuh- als auch Ziegenmilch eine gute Quelle zur Deckung des Calciumbedarfs.

Die Bedarfsdeckung an **Eisen** über Ziegenmilch ist mit 3-4 % pro Liter vergleichbar gering wie bei Kuhmilch. Generell ist die Eisenversorgung bei Erwachsenen in Deutschland gut und überschreitet bei Männern den Bedarf. Lediglich Frauen sollten bis zur Menopause auf ihre Eisenwerte achten. Milch ist ohnehin kein Eisenlieferant, dieses wird überwiegend mit Fleisch, Wurstwaren, Brot und Gemüse aufgenommen (34).

1 Liter Ziegenmilch deckt den **Jod**bedarf eines Erwachsenen zu 22 %, Kuhmilch hingegen zu 14 %. Das Jodvorkommen in pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln ist stark variabel und hängt von der Höhe des Jodvorkommen im Boden, Wasser und der Düngung sowie der Jodversorgung der Tiere ab (17). So werden auch Milch und Eier bei entsprechender Ernährung der Tiere jodreicher (34). Außer Meerestieren wie Fisch, Muscheln, Seetang weisen keine weiteren Lebensmittel hohe Jodgehalte auf. Die relativ hohe Bedarfsdeckung über den Verzehr von Ziegenmilch ist positiv zu bewerten.

**Zink** ist Bestandteil oder Effektor zahlreicher Enzyme, die eine wichtige Rolle im Nukleinsäure-, Protein-, Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel spielen und bei der Insulinspeicherung sowie für das Immunsystem wichtig sind (17). Als gute Zinkquellen werden Milchprodukte, Muskelfleisch, Vollkorngetreide, verschiedene Fischarten und Gemüse genannt (34). Während der Zinkbedarf eines Erwachsenen zu 38-54 %

über Kuhmilch gedeckt wird, leistet Ziegenmilch nur einen Beitrag von 25-35 % zur täglichen Bedarfsdeckung. Zinkmangel kann bei Malabsorptionssyndromen und parenteraler Ernährung auftreten und äußert sich in Appetitlosigkeit, Verzögerung der Wundheilung und erhöhter Infektionsanfälligkeit (34). Bei einer gemischten Kost sollte kein Zinkmangel bei Erwachsenen zu befürchten sein.

**Kupfer** ist Bestandteil wichtiger Enzyme und greift als Cofaktor stark in den Eisenstoffwechsel ein. Eine zu geringe Kupferzufuhr kann zur hypochromen mikrozytären Anämie führen. Weitere Mangelsymptome sind das Auftreten von Knochenfrakturen infolge einer Osteoporose, da die Synthese von Kollagen und Elastin gestört ist. Die Kupferzufuhr in Deutschland ist in den letzten zehn Jahren angestiegen, es herrscht keine Mangelversorgung (34). Der Bedarf ist über Lebensmittel wie Innereien, Fische, Schalentiere, Nüsse und einige grüne Gemüse zu decken, so dass Milch nur eine untergeordnete Rolle spielt (34). Milch wird als kupferarm bezeichnet (17), daher ist die Bedarfsdeckung über Milch bei Erwachsenen nicht relevant.

Bei der Bedarfsdeckung an Mineralstoffen und Spurenelementen von **Kindern** ist das Verhältnis **Ca/P** zu diskutieren. Die Konzentration des Calciums im Plasma schwankt erheblich unter dem Einfluss einer erhöhten Phosphorzufuhr. Durch die endokrine Regulation der Calciumhomöostase bleibt die Plasmacalciumkonzentration auch nach hoher Aufnahme von Calcium konstant. Der Organismus verfügt dagegen über keinen Mechanismus, der ihn vor einer exzessiven Phosphataufnahme schützt. Ein hoher Phosphatgehalt führt zu einem Absinken der Plasmacalciumkonzentration und verstärkte Sekretion des Parathormons, dies soll wiederum die Freisetzung von Calcium aus dem Knochengewebe bewirkt. Ein Verhältnis von Calcium: Phosphor sollte 1:1 betragen, um einen optimalen Skelettstoffwechsel aufrecht zu erhalten. Durch die heutigen Ernährungsgewohnheiten wird jedoch durch überhöhte Aufnahme von Phosphor das Verhältnis Calcium/Phosphor verschoben. Lebensmittelgruppen wie Fleisch, Wurstwaren, Süßwaren und alkoholische Getränke enthalten viel Phosphor (17), so dass man von einem Ca/P Verhältnis von 1:1,5 ausgeht. Neuere Literaturquellen hingegen widersprechen dieser These und besagen, dass hohe Phosphorzufuhren die Calciumbilanz und Knochenabbauprozesse nicht beeinflussen und das Ca/P Verhältnis keine Rolle mehr spielt. Hohe Phosphorzufuhren bewirken zwar einen

Abfall des Serum-Calciumspiegels und einen Anstieg der Parathormonkonzentration, was aber keinen Einfluss auf die Demineralisierung der Knochen hat (34).

**Calcium** dient als Baustein für Knochengewebe und Zähne, spielt eine wichtige Rolle als Faktor der Blutgerinnung, bei der neuromuskulären Erregbarkeit und trägt zur Sekretion einiger Hormone und Enzyme bei. Milch soll zudem eine antikariogene Wirkung haben, die darauf beruht, dass sie die aus Zuckern gebildete Säure im Mundraum abpuffert und der Zahnschmelz nicht angegriffen werden kann (16).

Neben dem Säuglingsalter ist die Pubertät durch besonders intensives Knochenwachstum gekennzeichnet, so dass eine ausreichende Calciumversorgung notwendig ist. Diese kann überwiegend durch Milch und Milchprodukte, Vollkorngetreide, Bohnen und Haselnüsse gedeckt werden (17), so dass sowohl Kuh- als auch Ziegenmilch gute Calciumlieferanten sind.

Über ½ Liter Ziegenmilch wird nur 23 % des täglichen **Magnesium**bedarfs von Kindern im Alter zwischen 7-15 Jahren gedeckt, wobei auch die Kuhmilch aufgrund ihres ähnlichen Magnesiumgehaltes keinen besseren Deckungsbeitrag liefert. Magnesium aktiviert zahlreiche Enzyme des Energiestoffwechsels und spielt bei der neuromuskulären Reizübertragung sowie bei der Muskelkontraktion eine wichtige Rolle (34). Da neben Milch- und Milchprodukten auch in vielen Gemüsearten, Getreideprodukten, Fleisch und Geflügel Magnesium vorhanden ist, sollte die Versorgung des Mineralstoffes für Kinder als nicht problematisch angesehen werden.

Durch die höhere **Jod**konzentration der Ziegenmilch beträgt der Deckungsbeitrag über 1 Liter Ziegenmilch 24-37 % (Kuhmilch: 16-25 %) und auch ½ Liter Ziegenmilch kann einen Beitrag zur täglichen Jodversorgung von 12-18 % leisten. Aufgrund einer zumeist geringen Versorgung mit Jod kann es gerade in der Pubertät zu Kropfmanifestationen kommen (34), so dass der Verzehr von Ziegenmilch von Vorteil wäre.

Milch wird nicht als wichtige Kupferquelle angesehen. Der geringe **Kupfer**gehalt der Milch kann sehr leicht durch den Verzehr von Getreideprodukten, Fisch, Nüssen oder einigen Gemüse ausgeglichen werden.

**Tab. 21: Vergleich der Mineralstoffe der Milcharten mit den EG-Empfehlungen für Säuglingsanfangsnahrung (100 g)**

Inhaltsstoff	½ Kuhmilch	½ Ziegenmilch	Humanmilch	Säuglingsanfangsnahrung**
Natrium mg	24	21	13	14-42
Kalium mg	77	91	46	45-102
Magnesium mg	6	6	3,2	3,5-10,5
Calcium mg	60	63	29	> 35
Eisen µg	23	20	58	350-1050
Zink µg	190	124	134	350-1050
Phosphor mg	46	54	15	18-63
Jod µg	1,4	2,0	5,1	> 3,5
Kupfer µg	5	6	35	14-56

\*Quellenangaben stammen aus: Hesecker, B.. Nährstoffe in Lebensmitteln: Frankfurt/Main. 1993

\*\* Aus den EG-Richtlinien über Säuglingsanfangs- und Folgenahrung

Die unreife Niere des **Säuglings** ist noch nicht voll belastbar (16), so dass Humanmilch den Bedarf des Säuglings an **Natrium** in einem gerechten Maße deckt. Eine 116-155 %ige Bedarfsdeckung an Natrium, wie sie bei Fütterung mit verdünnter Ziegenmilch erfolgen würde, läge noch in dem Bereich für Säuglingsanfangsnahrung (Tab. 21, 5. Spalte). Dieses gilt auch für Kuhmilch. Ähnlich hoch ist die Bedarfsdeckung des Säuglings mit **Kalium** und **Magnesium**.

Im Säuglingsalter ist das Knochenwachstum sehr intensiv, die **Calcium**absorption kann bis zu 75 % der zugeführten Menge betragen (beim Erwachsenen liegt sie im Durchschnitt bei 20-40 %). Man geht von einer mittleren Absorptionsrate von 67 % bei Frauenmilch und von <50 % bei Kuhmilchprodukten aus (34). Über verdünnte Ziegenmilch (wie auch über Kuhmilch) wird der Bedarf an Calcium zu 120-200 % gedeckt, über Humanmilch hingegen zu 73 %. Inwieweit eine überhöhte Calciumzufuhr schädlich ist für den kindlichen Organismus, konnte in der Literatur nicht gefunden werden. Diskussionsrelevanter ist das Ca/P Verhältnis, das in Humanmilch 1:0,5 (=2:1) beträgt. Dadurch wird die unreife Niere entlastet, deren Fähigkeit zur Ausscheidung von Phosphat noch eingeschränkt ist (34). Das Ca/P Verhältnis von Ziegenmilch liegt bei 1: 0,9 (Kuhmilch 1: 0,8). Wie bereits erwähnt sollte dieses möglichst

1:1 betragen, somit wäre die Kuhmilch etwas besser zu beurteilen als Ziegenmilch. Nach neuesten Angaben der DGE (34) wird ihm jedoch keine Bedeutung mehr beigemessen.

Die Bedarfsdeckung an **Phosphor** über verdünnte Ziegenmilch (wie auch Kuhmilch) übersteigt aber das 2-fache, liegt aber gerade noch im Bereich der Säuglingsanfangsnahrung.

Das Neugeborene hat aufgrund des hohen Hämoglobingehalts des fetalen Blutes und der **Eisenaufnahme** über die Plazenta sehr viel Speichereisen, so dass in den ersten vier Lebensmonaten kaum Bedarf besteht (34). Der Bedarf an Eisen kann ab dem vierten Monat über alle drei Milcharten nur bis zu 7 % gedeckt werden, so dass eine ausreichende Versorgung des Säuglings mit Eisen durch Milch nicht erfolgt.

Die Bedarfsdeckung von Jod über Ziegenmilch ist zwar besser als durch Kuhmilch, beträgt trotzdem nur die Hälfte des Deckungsbeitrages der Muttermilch. Dies ist Gebieten mit geringer Jodversorgung (zu denen auch Deutschland zählt) kritisch zu sehen.

Die Bedarfsdeckung von **Zink** liegt bei Kuhmilch weitaus höher als über Ziegen- und Humanmilch, wobei die Zinkversorgung eines voll gestillten Säuglings als ausreichend betrachtet wird (34). Es kommt mit Einführung der Beikost zu einer zusätzlichen Zinkzufuhr, so dass ein Mangel nicht zu befürchten ist.

**Kupfer** greift in seiner Funktion stark in den Eisenstoffwechsel ein, indem es als Bestandteil des Proteins Coeruloplasmin die Oxidation von zweiwertigem Eisen (Speicherform des Eisens) zu dreiwertigem katalysiert. Eine zu geringe Zufuhr an Kupfer kann deshalb zur hypochromen mikrozytären Anämie führen bei gleichzeitig hohen Eisenreserven (34).

In der Leber des Neugeborenen besteht ein Depot an Kupfer, das als Reserve in den ersten Monaten dient (16; 34), so dass Neugeborene einen Kupfergehalt in der Leber aufweisen, der um das 3-10fache höher ist als bei Erwachsenen (17). Durch die hohen Kupferreserven und einer erhöhten Absorptionsrate kann der Kupferbedarf in den ersten Lebensmonaten durch Frauenmilch gedeckt werden (34). Die Bedarfsdeckung an Kupfer über verdünnte Ziegenmilch beträgt nur 1/5 von der über Humanmilch, so dass eine ausreichende Kupferversorgung des Säuglings nicht erfolgen kann. Leider sind die Kenntnisse über den Kupfergehalt vieler Lebensmittel sowie der Kupferbedarf des Menschen noch unsicher und wenig erforscht.

### 3.4 Geschmack der Ziegenmilch

Der Geschmack der Ziegenmilch und Ziegenmilchprodukte wird von Konsumenten oft als nachteilig empfunden. Er ist hauptsächlich durch die Fettsäuren Capron-, Capryl- und Caprinsäure verursacht. Auch Fettsäuren mit 16 und 18 C-Atomen sind beteiligt. Der Geschmack wird intensiviert, wenn diese als freie Fettsäuren vorliegen. Solche entstehen erst einige Zeit nach dem Melken, so dass frische, warme Milch einen geringen Geschmack aufweist. Frische Milch enthält 0,34-1,19 meq/l, nach 24 Stunden beträgt er 0,45-1,3 meq/l.

Ab einer Konzentration von 5,65 meq/l wird diese als unangenehm empfunden. Kuhmilch enthält C 4 und C 10 Fettsäuren in geringerer Konzentration. Bisher wurden zwei weitere Geschmackskomponenten in Ziegenmilch nachgewiesen, die in Kuhmilch nicht vorhanden sind. Es handelt sich um Ortho- und Metakresol.

Der Geschmack wird durch das Futter stark beeinflusst. So ist der Geschmack bei Heufütterung ausgeprägter als bei Fütterung von frischem Gras bzw. Weidegang. Auch Silage und Kraftfutter können den Geschmack verstärken. Wird kurz nach dem Fressen gemolken, ist der Geschmack zuerst intensiv, verliert sich aber nach einigen Stunden. Geschmackliche Einbußen können verhindert werden, wenn zwischen Fütterung und dem nächsten Melken mindestens fünf Stunden liegen, so dass es von Vorteil ist, das Futter nach dem Melken zu geben.

Enge, schlecht durchlüftete Ställe sind ebenfalls ein Grund für einen sehr intensiven Geschmack, wobei der Stallgeruch durch Bockgeruch noch verstärkt werden kann. Der Bockgeruch kann sehr leicht auf die Kleidung und Milch übergehen (offene Milchgefäße, unsachgemäße Lagerung der Milch). Jede Arbeit mit dem Bock sollte streng von der Milch getrennt werden.

Durch Einwirkung des Enzyms Lipase werden freie Fettsäuren aus den Triglyceriden abgespalten. Der Gehalt an Lipase ist in Milch mit ausgeprägtem Ziegengeschmack höher als in durchschnittlichen Milchproben. Auch ist er in Ziegenmilch vorwiegend an Fett und nicht wie bei Kuhmilch an Casein gebunden. Die Lipase kann aktiv werden, wenn sie aus den Fettkügelchen durch mechanische Einwirkungen freigesetzt wird. Durch Schütteln und hohen pH-Wert wird die Lipaseaktivität erhöht, durch Erhitzen, Kühlen und Säuern vermindert. Die Verwirbelung und Schaumbildung im Vakuum von Absaug-Melkanlagen beschleunigt die

Lipolyse, ein schnelles Pasteurisieren nach dem Melken hingegen vermindert sie.

Der Geschmack ist von dem Laktationsstadium abhängig und zu Beginn der Laktation am wenigsten ausgeprägt, nimmt gegen die Mitte zu und wird gegen Ende der Laktation wieder geringer. Oft aber wird dieser Einfluss von denen der Fütterung überlagert (13).

#### **4 Ziegenmilchprodukte und deren Bedeutung im konventionellen und Bio Markt**

Die Verarbeitung von Ziegenmilch zu Butter, Milcherzeugnissen und Käse ähnelt der von Kuhmilch. Im Vergleich zur Schafmilch unterliegt Ziegenmilch weniger großen Schwankungen der Milchinhaltsstoffe, so dass in der Herstellung mit konstanten Arbeitsschritten und Parametern wie Temperatur etc. gearbeitet werden kann. Unterschiede sowohl zur Kuhmilch als auch zur Schafmilch ergeben sich aus der Eiweißstruktur der Ziegenmilch. Abhängig von der Rasse enthält Ziegenmilch weniger Casein. Daraus resultiert eine geringere Käseausbeute. Zudem ist das Eiweiß der Ziegenmilch zarter und feiner als das der Schafmilch und führt bei der Verarbeitung zur Gewinnung von weicheren Gallerten (39).

*Rohmilch* (Vorzugsmilch) und *pasteurisierte Ziegenmilch* werden überwiegend „Ab-Hof“ verkauft oder auf Wochenmärkten von Ziegenmilchbetrieben angeboten. Im Handel wird biologische Ziegenmilch z.B. von der „Andechser Molkerei“ und von „Heirler“ als ultrahocherhitzte, homogenisierte Milch verkauft. „Heirler“ bietet außerdem Ziegenmilchpulver an, welches von nicht homogenisierter Milch über ein schonendes Sprühtrocknungsverfahren hergestellt wird. In den USA wird zur Konservierung pasteurisierte Ziegenmilch im Verhältnis 3-4:1 eingedickt und tiefgefroren. Aufgetaut und im ursprünglichem Verhältnis gemischt soll sie wie frische Milch verwendbar sein. Die Qualität der aus dieser Milch hergestellten Käse ist beeinträchtigt. Sprüh-Vollmilchpulver besitzt eine Haltbarkeit von 4 Monaten. Aufgrund der saisonalen Fortpflanzung der Ziegen besteht im Winter oft ein Mangel an Milch. Zur Überbrückung wird in größeren Käsereien Käsekuchen eingefroren gelagert (13).

## 4.1 Butter

Untersuchungen von Ziegen-, Schaf- und Kuhmilch ergaben, dass Kuhmilch den höchsten Aufrahmparameter aufweist ( $39,0 \mu\text{m}^2$ ) gefolgt von Schafmilch ( $36,7 \mu\text{m}^2$ ) und Ziegenmilch ( $31,3 \mu\text{m}^2$ ). Dies rührt daher, dass die Fettkügelchen in der Kuhmilch den größten Durchmesser haben, gefolgt von Schaf- und Ziegenmilch. Kuhmilchfett lässt sich somit besser für die Butterherstellung separieren als das der beiden anderen Wiederkäuer (24).

*Ziegenbutter* ist wie Schafbutter von cremiger, weicher Konsistenz, wird aber aufgrund der weißen Farbe oft vom Konsumenten abgelehnt. Sie neigt außerdem zur Lipolyse, bei der freie Fettsäuren frei werden, die das strenge Ziegenaroma bedingen.

In asiatischen Ländern wird das Milchfett *Ghee* hergestellt. Hierbei handelt es sich um das geklärte Ziegenfett, bei dem der Eiweißanteil entfernt wurde. Ghee ist bei  $30^\circ \text{C}$  4-10 Monate haltbar. Es hat einen strengen Geschmack und eine sehr weiche Textur, so dass Ghee aus Kuh- oder Büffelmilch bevorzugt wird (13).

Ziegenbutter wird als Grundbasis in der Kosmetikindustrie verwendet. Im Bio-Markt wird Ziegenmilchseife, Gesichtscrème, Körperlotion, Shampoo und Duschbad mit Ziegenmilch angeboten. Es wird damit geworben, dass die Produkte hautschonend, mild und besonders für empfindliche Haut geeignet sind.

## 4.2 Milcherzeugnisse

Aufgrund der feinen Struktur des Eiweißes der Ziegenmilch bekommt *Quark*, wenn er gut gemixt ist, eine buttermcemeartige Struktur. *Ziegenjoghurt* hingegen wird immer weich sein und kann nicht ohne Zusätze wie bei Schafjoghurt stichfest verarbeitet werden (39). Er kann sogar eine fast flüssige Konsistenz haben. Durch Zugabe von Trockenmilchpulver lässt sich ein fester Joghurt herstellen. In Griechenland und der Türkei wird gekochter Joghurt mit Mehl vermischt und in Keksformen (Trahanas) getrocknet. Wird der Brei mit Kräutern vermischt, nochmals vergoren und erst dann getrocknet, kann man das im Nahen Osten und Nordafrika bekannte „Kishk“ herstellen (13).

Joghurt mit und ohne Fruchtzusätze und Quark werden bei Direktvermarktern angeboten. Im Handel wird Ziegenjoghurt mit 3,5 % Fett z.B. von der Firma „Heirler“ in Reformhäusern angeboten.

### 4.3 Käse

Der Pro-Kopf-Verbrauch an Ziegenkäse betrug 1999 in Frankreich 800 g pro Jahr, in Deutschland nur etwa 5 % dieser Menge (4). Diese Zahlen zeigen, dass Frankreich das traditionelle Land für Ziegenkäse ist. Hier gibt es eine Vielzahl an Formen, Herstellungsarten und unterschiedliche Herkunftsregionen, so dass ca. 100 verschiedene Käsesorten angeboten werden, diese zum größten Teil regional beschränkt auf Wochenmärkten. In Frankreich gibt es einige gesetzliche Regelungen, mit denen der Anbieter von Ziegenkäse geschützt wird. Etwa 10 % aller Käse sind geschützte Herkunftsbezeichnungen. Nur reine Ziegenkäse dürfen mit diesem Namen verkauft werden (40). Bei Halbziegenkäse darf der Käse mit mindestens 50 % der Trockenmasse aus Ziegenmilch angeboten werden. Auch in der Schweiz ist neben Käse aus reiner Ziegenmilch „Halbziegenkäse“ (50-99 % Ziegenmilchanteil) und „Käse mit Zusatz von Ziegenmilch“ (50-25 % Ziegenmilchanteil) zugelassen. Das gleiche gilt für Ziegenkäse in den USA. In den meisten Mittelmeerländern dagegen darf Ziegenmilch mit Schafmilch für die Käseherstellung gemischt werden.

Die Herstellung von *Frisch-* und *Weichkäse* ist am einfachsten, so dass Ziegenkäse überwiegend in dieser Form angeboten wird. Die Reifezeit variiert je nach Größe und gewünschten Reifegrad zwischen zwei Wochen und drei Monaten. Für die Reifung von Weich- und Schnittkäse stehen verschiedene Techniken zur Verfügung wie die Reifung in Folie oder Käsewachse, Schimmel-, Oberflächenreifung mit Rotschmiere, Reifung durch Abwaschen mit Salzwasser.

Zu den Ziegenfrischkäsesorten zählen der „Chabisfeuille“, der „Chavroux“, der „Chevredou“. Zu den französischen Weichkäsesorten gehören „Crottin de Chavignol“, „Valencay“, „Tomme de Pebre d’Ai“. Die Sorten sind je nach Reifungsgrad mit einer feinen Edelschimmelrinde überzogen, mit Pflanzenkohle bestäubt oder mit Kräutern gewürzt.

Weniger häufig findet man Ziegenschnittkäse. Hartkäse sind unter den Ziegenkäsen praktisch nicht zu finden, denn für ihre Herstellung muss die geronnene Milch vor dem Formen auf 50° C erhitzt werden, wofür die Ziegenmilch zu empfindlich ist.

In Deutschland gibt es wenig Möglichkeiten zur Vermarktung von frischer Ziegenmilch. Die Mengen sind zu gering, als dass sich die Weiterverarbeitung der Milch in Molkereien lohnt. Somit läuft die Vermarktung von Ziegenmilch und Ziegenkäse hauptsächlich über die Direktvermark-

tung der Ziegenhalter. Molkereien wie die „Andechser Molkerei“ haben die Verarbeitung von Ziegenmilch aufgenommen. Sie bietet Ziegenweichkäse aus 100 % Ziegenmilch an, mit oder ohne Kräuter, die Ziegenkugel oder den würzigen Münster. Auch die Lehrmolkerei Triesdorf bietet neben Kuhmilchprodukten Ziegenmilch, Quark, Ziegenfrischkäse, Schnitt- und Hartkäse an. Im Reformhaus sind Bio-Ziegenfrischkäse, Ziegencamembert und Ziegenfeta von „Heirler“ zu bekommen.

Der „Altenburger Ziegenkäse“, ein Weichkäse aus dem Altenburger Land in Thüringen, ist ebenfalls im Handel erhältlich. Er ist als Ursprungs- und Rezeptoriginal geschützt und muss laut Käseverordnung mindestens 15 % Ziegenmilch enthalten. Als Innovation ist der Altenburger Ziegen-Camembert aus 100 % Ziegenmilch im Handel eingeführt worden.

Generell wird ein mit Kuhmilch gemischter Ziegenkäse von den Konsumenten bevorzugt, da er nicht so intensiv im Geschmack ist.

Zu den Ziegenmolkenkäse zählt der italienische Ricotta, der französische Brousse, der schwedische Athotyros und der schwedische *Mysost* (13).

Konventioneller Ziegenkäse wird aus konventioneller Ziegenmilch hergestellt. Zudem ist bei ausländischem Ziegenkäse die Verwendung von gentechnisch hergestelltem Lab möglich, was in Deutschland bisher verboten ist. Außerdem ist die Verwendung künstlicher Zusätze in der Produktion erlaubt. Ziegenkäse aus dem Bio-Markt stammt aus Bio-Ziegenmilch und darf nicht mit gentechnisch erzeugtem Lab hergestellt werden und auch keine Konservierungsstoffe enthalten. Erlaubt sind natürliches und mikrobielles Lab.

Der Gehalt an  $\alpha_s$ -Casein in der Ziegenmilch und dem durch das Lab gefällten Casein besteht eine enge Beziehung. Milch von Ziegenrassen mit hohem Gehalt an  $\alpha_s$ -Casein geben einen festen Labkuchen und eine hohe Käseausbeute, solche aus Milch von Ziegenrassen, die kein  $\alpha_s$ -Casein enthält, eine weiche, schmierfähige Konsistenz. Mittlerweile kann durch gentechnische Maßnahmen der Gehalt an  $\alpha_s$ -Casein in der Milch beeinflusst werden und ist leider unter anderem ein Ziel in der Ziegenzucht. Solche Ziegenrasse besitzt dann Gene, die einen hohen Gehalt an  $\alpha_s$ -Casein in der Milch produzieren, dadurch kann die Käseausbeute bis zu 17 % gesteigert werden (13).

Lysozym ist ein Protein, das im Körpergewebe und auch in der Milchdrüse von Mensch und Tier vorkommt und über bakterizide Wirksamkeit

verfügt. Es vermag die glycosidische Bindung zwischen N-Acetylglucosamin und N-Acetylmuraminsäure in der Zellwand von grampositiven Bakterien zu spalten (2).

Lysozym wird in der Käseherstellung eingesetzt, um den Buttersäurebakterien entgegenzuwirken. Der Einsatz von Lysozym ist bei Herstellung von Hartkäse notwendig und darf in Biobetrieben nicht eingesetzt werden. Deshalb vermarkten Biobetriebe vornehmlich Weichkäse (D.D.).

#### **4.4 Säuglingsnahrung**

In Deutschland bietet das Versandhaus Blauer Planet in Hedemünden eine aus Neuseeland importierte Säuglingsnahrung auf Ziegenmilchbasis an. Milchzucker, Pflanzenöle (Sonnenblumen- und Canolaöl), Vitamine und Mineralstoffe sind zugesetzt, um die Säuglingsnahrung der Muttermilch anzugleichen. Dieses ist notwendig, da der Eiweiß- und Mineralstoffgehalt in Ziegenmilch zu hoch, der Anteil an Kohlenhydraten und Folsäure zu gering ist.

Die Fertignahrung kann vom ersten Lebenstag bis zum 8. Monat gegeben werden. Das Produkt entspricht den Vorschriften des WHO-Codex für Säuglingsnahrung bezüglich der Energie und Nährstoffe.

Ab dem 8. Lebensmonat kann sie durch „Golden Goat Ziegenmilchpulver“ ersetzt werden, ein aus Neuseeland importiertes sprühgetrocknetes Ziegenmilchpulver.

### **5 Zusammenfassung**

Traditionell werden Ziegen in den EU-Ländern Griechenland, Spanien, Frankreich, Italien und Portugal gehalten. Es ist aber eine starke Zunahme des Ziegenbestandes in den Niederlanden und Deutschland zu sehen. Dieses liegt unter anderem daran, dass Ziegenmilch nicht kontingentiert ist und somit für viele Landwirte einen Anreiz darstellt. Wirtschaftlich gesehen ist es am sinnvollsten, einen kleinen Herdenbestand bis zu 60 Ziegen zu haben und Verarbeitung und Vermarktung selber zu übernehmen.

Die am stärksten verbreitete Ziegenrasse ist die „Bunte deutsche Edelziege“, gefolgt von der „Weißen deutschen Edelziege“, der „Burenziege“ und der „Toggenburger Ziege“. Ziegen werden vornehmlich in Lauf-

stallhaltung gehalten. Sie zeigen saisonales Brunstverhalten und tragen fünf Monate. Sie haben eine Laktationslänge von durchschnittlich 270 Tagen. Ziegen können bis zu 15 Jahre alt werden. Für Ziegen kommen die gleichen Futtermittel in Frage wie für Rinder- und Schafe. Ziegen sind empfindlich gegen Nässe. In der konventionellen Ziegenhaltung wird bereits über Hormonbehandlungen der Brunsttermin beeinflusst, um eine kontinuierliche Milchproduktion zu gewährleisten.

Studien, die sich mit dem Allergierisiko von Ziegenmilch befassen, sind kaum vorhanden, so dass die allgemeine Meinung, Ziegenmilch habe das gleiche Allergiepotezial wie Kuhmilch, nicht bewiesen ist. Milch von Ziegen mit keinem oder geringen  $\alpha_1$ -Proteingehalt könnten bei Patienten, die auf das  $\alpha_1$ -Protein der Kuhmilch allergisch reagieren, vertragen werden. Ziegenmilch wird schon von alters her heilende Wirkungen zugeschrieben und schlecht gedeihenden Kindern sowie Magenkranken empfohlen. Dieses könnte unter anderem darin begründet sein, dass Ziegenmilch mit geringem  $\alpha_1$ -Casein Gehalt in kleine, weiche Flocken ausfällt. Es wird angenommen, dass kleinere Flocken von Proteasen schneller angegriffen werden als große, somit diese Milch leichter verdaulich ist. Wissenschaftliche Beweise aber gibt es noch nicht.

Darüber hinaus hat Ziegenmilch eine bessere Pufferkapazität als Kuhmilch, hauptsächlich bedingt durch ihren hohen Gehalt an Protein gebundenen Stickstoff, nicht proteingebundenen Stickstoff und Phosphat ( $P_2O_5$ ). Diese Parameter sprechen dafür, dass Ziegenmilch für die Behandlung von Ulcer Patienten geeignet ist.

Taurine sind das Endprodukt des Cystein Metabolismus. Sie kommen zu einem hohen Anteil in Frauen- und Ziegenmilch, aber in Kuhmilch nur zu einem geringen Anteil vor. Sie scheinen eine wichtige Rolle im Neurotransmitter Bereich, in der Funktion der Retina, des Herzens und der Muskeln zu spielen.

Aufgrund des höheren Anteils an mittelkettigen Fettsäuren und der größeren Anzahl an kleinen Fettkügelchen ist Ziegenmilchfett besser zu verdauen als Kuhmilchfett. Darüber hinaus enthält Ziegenmilch mehr Linsäure als Kuhmilch, wobei der Gehalt sehr stark von der Grüngrasfütterung bzw. vom Weidegang abhängig ist. Somit hat die Haltungsform und Fütterung der Ziegen einen direkten Einfluss auf die Milch.

Im Vergleich zur Kuhmilch enthält Ziegenmilch mehr Vitamin A, D und weniger Vitamin  $B_{12}$  und Folsäure. Vitamin A Mangelerscheinungen

treten fast nur in Entwicklungsländern auf, so dass Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch dort sicherlich sehr geeignet ist.

Ziegenmilch könnte für Senioren einen wertvollen Beitrag in der Versorgung von Vitamin D leisten, da im Alter die Vitamin D Bildung in der Haut herabgesetzt ist, so dass bei Senioren, die in Heimen wohnen und sich wenig im Freien aufhalten, Vitamin D Mangelsymptome vorkommen. Der geringe Gehalt an Vitamin B<sub>12</sub> und Folsäure kann beim Verzehr von Ziegenmilch als Alternative zur Kuhmilch über andere Lebensmittel ausgeglichen werden. Im Vergleich zur Kuhmilch enthält Ziegenmilch mehr Jod, aber weniger Zink.

Ziegenmilch ist eine gute Quelle zur Versorgung von Vitamin D bei Kindern und Jugendlichen. Der geringe Gehalt an Folsäure und Vitamin B<sub>12</sub> kann durch eine ausgewogene Mischkost ausgeglichen werden.

Der Vitamin D Gehalt der Ziegenmilch ist nicht ausreichend, um den Bedarf eines Säuglings zu decken. Gleiches gilt für Vitamin E, Vitamin C, Vitamin B<sub>12</sub> und besonders für Folsäure. Vitamin E kann über Zugabe von Keimöl, Vitamin C über vitaminreiche Beikost ausgeglichen werden, so dass bei Verwendung von Ziegenmilch Vitamin D, Folsäure und eventuell Vitamin B<sub>12</sub> durch andere Lebensmittel oder Zusätze auszugleichen sind. Sowohl Kuh- als auch Ziegenmilch enthalten die Elemente Natrium, Kalium, Magnesium und Phosphat zu erhöhten Anteilen. Der Gehalt an Eisen, Jod und Kupfer ist für Säuglinge in beiden Milcharten zu gering, so dass Ziegen- (wie auch Kuhmilch) als alleinige Flaschennahrung nicht geeignet ist. Sie kann hingegen zur Herstellung von Breien oder in speziellen Rezepten verwendet werden.

Bedingt durch die Vermarktungsstrukturen – es gibt noch wenige Molkereien, die Ziegenmilch abnehmen, – wird die Milch auf den einzelnen Höfen in Kleinkäsereien weiterverarbeitet und ab Hof oder auf Wochenmärkten verkauft.

Ziegenbutter wird als Grundbasis in der Kosmetikindustrie verwendet. Neben Ziegenjoghurt, der eine sehr weiche Struktur hat und Ziegenquark, der buttercremeartig ist, wird Ziegenmilch fast ausschließlich zu Käse verarbeitet, zum überwiegenden Teil zu Frisch- und Weichkäse. Frankreich ist das traditionelle Land für Ziegenkäse. Hier gibt es einige gesetzliche Regelungen, die den Anbieter von Ziegenkäse schützen, ansonsten werden ursprüngliche Käsesorten aus Ziegen- und Schafmilch wie der italienische Ricotta heutzutage aus Kuhmilch hergestellt.

Im Reformhaus und Bioläden wird Bio-Ziegenkäse, Ziegencamembert und Ziegenfeta angeboten, darüber hinaus noch ultrahocherhitzte pasteurisierte Ziegenmilch. Im Gegensatz zu Ziegenmilch und Ziegenmilchprodukten aus konventioneller Haltung darf Ziegenkäse auf dem Bio-Markt nur aus Bio-Ziegenmilch stammen, mit natürlichem oder mikrobiellen Lab hergestellt werden und neben anderen Verarbeitungshilfsstoffen keine Konservierungsstoffe enthalten. Für Kuhmilchallergiker bietet der Handel Ziegenmilchpulver an und eine Säuglingsnahrung auf Ziegenmilchbasis, die in ihrer Zusammensetzung der Muttermilch angeglichen ist.

## 6 Nachwort

### Gedanken zur Wesensqualität der Ziegenmilch

„Die Ziege ist die Kuh des armen Mannes“ war ein Ausspruch, der deutlich die Bewertung dieses Lebensmittels im Mitteleuropa ausdrückte. Besser angesehen war immer die Kuhmilch. Heute erlebt Ziegenmilch eine Renaissance, vor allem in ökologischer Qualität. Ein Anlass sind Kuhmilchallergien bei Kleinkindern, die die Betroffenen auf andere Tiermilcharten wie Ziege ausweichen lassen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse dazu sind nicht umfangreich und halten Ziegenmilch oftmals für ebenso allergen wie Kuhmilch, Erfahrungswerte sprechen dagegen für ihre bessere Verträglichkeit.

Neben diesen ernährungswissenschaftlichen Untersuchungen stellt sich die Frage nach dem Wesen von Kuh und Ziege. Es ist natürlich ein Unterschied, von welcher Tierart eine Milch stammt – sowohl von den Nährstoffen, als auch von den Nahrungskräften.

Die Kuh wird in der anthroposophischen Tierwesenskunde als Stoffwechsellager angesehen, dass frisst, wiederkäut und verdaut und damit die Umgestaltung des pflanzlichen Futters zu tierischer Substanz in intensiver und hochwertiger Weise erfüllt. Die Ziege dagegen - obwohl auch ein Wiederkäuer - gilt als Nerven-Sinnes-Tier, ist wach, bewegungs- und springfreudig und kann ihre Steinbockverwandten nicht verleugnen. Ihr Stoffwechsel und damit ihre Milchproduktion erfolgt nicht mit der Gründlichkeit der Kuh, braucht sie doch einen Teil ihrer Kräfte für die Umgebung und ihre Wahrnehmungen.

Kann man solche Wesensunterschiede auch an der stofflichen Milchqualität ablesen? Die meisten Nährstoffe sind zu grobe Parameter, aber z.B. fällt auf, dass der Gehalt an konjugierter Linolsäure (CLA), der durch intensive Mikrobentätigkeit im Pansen aus Linolsäure gebildet wird, bei der Ziege niedriger als bei Kuh und Schaf ist. Die feinere Stoffumgestaltung ist geringer, die Ziege ist vor der Faltung der gebildeten Linolsäure schon „fertig“ mit dem Wiederkäuen. Gleiches lässt sich am Vitamin B<sub>12</sub> Gehalt ablesen, das ebenfalls von Mikroorganismen im Pansen gebildet wird (Tiere sind nicht zur Synthese fähig). Auch hier weist Ziegenmilch wesentlich geringere Werte auf: 1/7 der Kuh- und 1/9 der Schafmilchmenge. Die Ziege gibt ihren Mikroorganismen im Pansen weniger Gelegenheit zum Stoffaufbau.

Sehr auffällig ist bei Ziegenmilch der außergewöhnlich geringe Gehalt an Folsäure (1/8 von Kuhmilch, 1/6 von Schafmilch, 1/10 von Frauenmilch). Folsäure von folium (Blatt) ist ein wasserlösliches B-Vitamin, das überwiegend in pflanzlichen Lebensmitteln wie Blattgemüse, aber auch Speicher- und Aufbauorganen vorkommt wie Samen (Hülsenfrüchte, Ölsaaten), Getreidekeime, Eidotter, Leber. Dies ist verständlich, da es bei Zellumsetzung, Stoffwechsel und Substanzaufbau beteiligt ist und im Zusammenwirken von Vitamin B<sub>12</sub> (geringer in Ziegenmilch) den Aufbau der roten Blutkörperchen unterstützt. Ziegenmilch kann deshalb beim Kind zu Anämie durch Folsäuremangel führen, beim Zicklein natürlich nicht. Diese hyperchrome, makrozytäre Anämie beruht auf mangelhafter Formung und Reifung der roten Blutkörperchen. Als weitere Erkrankung durch Folsäuremangel wird der Neuralrohrdefekt (mangelnde Ausbildung des Rückenmarks) beim Fötus diskutiert, der auf zu wenig Folsäure der Mutter in der Empfängniszeit beruhen soll. Vielleicht kann man Folsäure daher als Vitamin ansehen, das Formungsprozesse im Stoffwechsel unterstützt. Die Ziege hätte es nicht nötig, ihrem Nachwuchs dies mit der Nahrung mitzugeben, weil die Zicklein über genügend eigene Kräfte verfügen. Die Kuh, das Schaf und der Mensch brauchen jedoch diese Anregung aus der Milch. Wenn man dies weiterdenkt, könnte man differenzieren, dass evtl. kleinköpfige, geformtere Babys besser mit Ziegenmilch zurechtkommen als rundliche, großköpfige Kinder? Sind Kinder mit Kuhmilchunverträglichkeiten nicht oftmals lebhaft und unruhig? Dies wäre aber schon ein neuer Forschungsansatz. Erfüllt Ziegenmilch als Lebensmittel eines Nerven-Sinnes-Tiers mehr die Bedürfnisse von lebhafteren, bewegungsfreudigen Menschen wie Südeuropäern, wo sie auch weit verbreitet ist? Ist die Kuhmilch eher für ruhigere Menschen in gemäßigttem Klima oder erfüllt sie allgemeine Bedürfnisse, während die Ziege oder Stute wesentlich artgemäßer und spezieller ausgeprägte Milch hervor bringt? In der Landwirtschaft gilt Kuhdünger als harmonisch, während die anderen Wiederkäuer wesentlich „einseitigeren“ Dünger zur Verfügung stellen. Dies führt dann zu der Frage, ob der Ersatz von Kuhmilch durch Ziegenmilch über die Nährstoffveränderungen hinaus nicht dem Menschen andere Impulse vermittelt, die vom Wesen des Tieres geprägt sind.

Dr. Petra Kühne

## 7 Anhang

### 7.1 Quellenverzeichnis

1. Souci, S.W., Fachmann, W., Kraut, H.: Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwerttabellen, 5. Aufl., Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft (2000)
2. Kielwein, G.: Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene, 3. Auflage, Berlin: Blackwell Wissenschafts-Verlag (1994)
- 3.. Haenlein, G.F.W: Goat versus cow milk; Eds. Haenlein GFW & Acc DL.Extension Goat Handbook. US Depart Agc, Washington DC, E-1: 1-4 (1984)
4. Kirst, E. et al: Untersuchung von Schaf- und Ziegenmilch; Deutsche Molkezeitung, Heft 10; 37-43 (2002)
5. Banda, J.W.: Genotypic and seasonal influences on milk yield and milk composition of sheep and goats in Malawi. Dissertation der Justus-Liebig-Universität gießen. Fachgebiet für Tierproduktion (1992)
6. Hesecker, Beate: Nährstoffe in Lebensmitteln: Die große Energie- und Nährwerttabelle, Frankfurt am Mein: Umschau (1993)
7. Law, A.J.R.: Heat denaturation of bovin, caprine and ovien whey proteins. Milchwissenschaft 50 (7). 384-388 (1995)
8. Jandal, J.M.: Comparative aspects of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 22. 177-185 (1996)
9. Law, A.J.R.: Compositional changes in caprine whey proteins. Milchwissenschaft 49 (12). 674-678 (1994)
10. Zeng, S.S.: Comparison of goat milk standards with cow milk standards for analysis of somatic cell count, fat and protein in goat milk. Small Ruminant Research 21. 221-225 (1996)
11. Merlin, U. et al: The composition of goat milk as affected by nutritional parameters. Milchwissenschaft 43 (6). 63-65 (1988)
12. Jaubert, A.: Structural organization of the goat casein micelle: effect of the physicochemical environment (pH, temperature, ionic strength) on its mineral and protein composition. International Dairy Journal 9. 369-370 (1999)
13. Gall, Ch.: Ziegenzucht. Ulmer Verlag, Stuttgart (Hohenheim) (2001)
14. Pierre, A. et al: Composition of casein micelles in relation to size in goat milks with A and null  $\alpha$ -s1 Casein variants. International Dairy Journal 9.179-182 (1999)
15. Marin, P. et al: Genetic polymorphism of caseins: a tool to investigate casein micelle organization. International Dairy Journal 9.163-171 (1999)
16. Renner, E.: Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Menschen. Verlag Th. Mann KG. Gelsenkirchen-Buer (1982)

17. Leitzmann, C.; Elmadfa, I.: Ernährung des Menschen. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart. (1990)
18. Mehaia, M.A.: Taurine and other free amino acids in milk of camel, goat, cow and man. *Milchwissenschaft* 47 (6). 351-353 (1992)
19. Jahreis, G. et al: The potential anticarcinogenic conjugated linoleic acid in milk of different species: cow, goat, ewe, sow, mare, woman. *Nutrition Research*. Vol 19, No. 10, 1541-1549 (1999)
20. Mehaia, M.A.: The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. *Milchwissenschaft: Zeitschrift für Ernährungsforschung und Lebensmittelwissenschaft*. Band 50; 5. 260-263 (1995)
21. Shahin, Y.: Der Gehalt an freien Fettsäuren in Ziegenmilchfett während der Laktationsperiode. *Deutsche Milchwissenschaft* 42. 1537-1540 (1987)
22. Gulati, S.K.: Effect of feeding different fat supplements on the fatty acid composition of goat milk. *Animal Feed Science Technology* 66. 159-164 (1997)
23. Hachelaf, W. et al.: Comparative digestibility of goat's versus cow's milk fats in children with digestive malnutrition. *Le Lait* 73. 593-599 (1993)
24. Babayan, V.K.: Medium chain length fatty acid esters and their medical and nutritional applications. *The journal of the American oil chemists' society*, Chicago, Ill., ISSN 0003-021X. Band 58. 49a-51a (1981)
25. Birnkammer, H. et al: Milch- und Fleischziegen. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup. Münster (1993)
26. Milchziegenbetrieb Dennemann. Am Esch 29. 48 465 Samern
27. Milchziegenbetrieb Harms (Bioland). Hülshoff. 49 545 Tecklenburg 8: Purnanik, L.D.: Goat milk infant Feeding. *Proceedings of V. International Goats Conference*, New Dehli; 5.1860-1862 (1992)
29. Park, Y.W.: Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Ruminant Research* 14. 151-159 (1994)
30. Thiel, C.: Gut leben trotz Nahrungsmittel-Allergie. Trias Verlag. S. 97-99
31. Juntunen, K. et al: Goat's milk for children allergic to cow's milk. *Kieler milchwirtschaftliche Forschungsberichte: Veröffentlichungen des Bundes, Bundesanstalt für Milchforschung, Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft Kiel, Gelsenkirchen-Buer, Mann*. Band 35; Heft 3. 439-440 (1983)
32. Bellioni-Busincio, B. et al: Allergenicity of goat's milk in children with cow's milk allergy. *Journal Allergy and Clinical Immunology*. 103, no. 6. 1191-1194 (1999)
33. Bernard, H. et al: IgE cross-reactivity with caseins from different species in humans allergic to cow's milk. *Food and Agricultural Immunology*. Vo. 11, no 1. 101-110 (1999)
34. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg): Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Frankfurt/Main und Umschau Verlag, Frankfurt/Main (2000)

35. Jenness, R.: Composition and characteristics of goat milk: Review. Journal of dairy science, American Dairy Science Association, Savoy, III. Band 63. 1605-1630 (1980)
36. Wajih, N. et al: Mineral and vitamin content of goat's milk. Journal of the american dietetic Association, Chicago, III. Band 84 (4). 433-435 (1984)
37. Günther, W.: Das Buch der Vitamine. Verlag Bruno Martin. Südergellersen (1984)
38. Chandan, R.C.: Nutritional aspects of goat milk and its products. Proceedings of V.International Goats Conference, New Dehli, 1870-1888 (1982)
39. Scholz, Wolfgang: Käse aus Schaf- und Ziegenmilch selbstgemacht. Ulmer Verlag. Stuttgart (1999)
40. Ziegenkäse – Delikatesse mit viel Charakter-. Milch-Marketing. 4. 57 (1988)
41. Bundesverband deutscher Ziegenzüchter (Hrsg.): Ziegenzucht in der Bundesrepublik Deutschland in Zahlen. Bonn (2001)
42. Biesalski, H.; Grimm, P.: Taschenatlas der Ernährung. Thieme Verlag. Stuttgart (2002)
43. Ernährungsbericht 2000. DGE (Hrsg.). Frankfurt 2000
44. Stellungnahme der Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde: „Säuglingsnahrung auf Ziegenmilchbasis“ 2002  
[www.fke-do.de/ernakomm/ziegmil.html](http://www.fke-do.de/ernakomm/ziegmil.html)
45. Prosser, C. et al: Digestion of milk proteins from cow or goat milk infant formula. 56th Annual Scientific Meeting of the Paediatric Society of New Zealand, August 2003.

## 7.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Entwicklung der Herdbuchbestände (1998-2000) aller Milchziegen in Deutschland nach Landesverbänden .....	7
Grafik 1: Proteinumsetzung im Pansen beim Wiederkäuer .....	15
Grafik 2: Faktoren der Milchleistung und Milchzusammensetzung von Ziegen und Schafen .....	21
Tab. 2: Zusammensetzung der Ziegenmilch (g/100g) Souci (1), Hesecker (6) ..	23
Tab. 3: Zusammensetzung und Gehalt von Molkenproteinen in nicht erhitzten, fettreduzierten Milchproben von Kuh, Ziege und Schaf (7).....	25
Tab. 4: Zusammensetzung und Gehalt von Caseinen in nicht erhitzten, fettreduzierten Milchproben von Kuh, Ziege und Schaf (7).....	27
Tab. 5: Aminosäurezusammensetzung von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Frauenmilch in mg/100 g Milch (1) .....	30

Tab. 6:	Geschätzter Bedarf des Menschen an essentiellen Aminosäuren in Abhängigkeit vom Alter (mg/kg Körpergewicht) (17) .....	31
Tab. 7:	Zusammensetzung der Fette von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Frauenmilch (g/100g Fett) Jandal, J.M. (8) und Souci, W. (1).....	35
Tab. 8:	Zusammensetzung des Fettanteils von Kuh-, Schaf- und Ziegenmilch in % Jandal, J.M. (8) und Souci, W. (1) .....	36
Tab. 9:	Anteil ungesättigter Fettsäuren bei Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch* (19).....	37
Tab. 11:	Empfohlene Zufuhr ausgesuchter Vitamine (DGE) (34).....	42
Tab.10:	Zusammensetzung von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch in g/100g (14).....	43
Tab. 12:	Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 Liter Kuh- und Ziegenmilch für Erwachsene in %.....	44
Tab. 13:	Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 Liter Kuh- und Ziegenmilch für Kinder (1-15 Jahre) in %.....	45
Tab. 14:	Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von ½ Liter Kuh- und Ziegenmilch für Kinder (1-15 Jahre) in %.....	46
Tab. 15:	Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 l verdünnte Kuh-, Ziegen- sowie Humanmilch für Säuglinge* in %.....	47
Tab. 16:	Vergleich der Vitamine der Milcharten mit den EG-Empfehlungen für Säuglingsanfangsnahrung (100 g).....	54
Tab. 17:	Empfohlene Zufuhr ausgesuchter Mineralstoffe und Spurenelemente nach Alter und Geschlecht (DGE) (34) .....	55
Tab. 18:	Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1 Liter Kuh- und Ziegenmilch für Erwachsene in % .....	56
Tab. 19:	Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1 Liter bzw. ½ Liter Kuh- und Ziegenmilch für Kinder (1- 15 Jahren) in % .....	57
Tab. 20:	Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen von 1 Liter verdünnter Kuh- und Ziegenmilch für Säuglinge* in % .....	58
Tab. 21:	Vergleich der Mineralstoffe der Milcharten mit den EG-Empfehlungen für Säuglingsanfangsnahrung (100 g).....	62

### 7.3 Stichwortverzeichnis

Allergie .....	32f., 70
Aminosäuren, essentielle .....	29
Aminosäuren, freie .....	32, 35
Calcium.....	27, 49, 55ff., 60, 62
Casein.....	26ff., 33ff., 65, 68
CEA-Krankheit .....	18
Cholesterin .....	38
CLA (konjugierte Linolsäure).....	37, 73
Eisen .....	24, 57, 59, 63
Fett.....	36ff., 40, 66
Fettkügelchen .....	38f., 64, 66, 76
Fettsäuren .....	16, 22, 36ff., 39f., 64
Fettsäuren, mittelkettige .....	40
Folsäure .....	44f., 48, 51ff, 74
Fortpflanzung .....	12, 65
Fütterung.....	13f., 15f., 22, 64f., 70
Geschmack .....	14, 64f., 68
Glöckchen.....	11
Haltung.....	6, 11f., 38, 70
Humanmilch .....	24, 37f., 46f., 52ff., 57., 62f.
Hygiene .....	19
Jod.....	54, 59, 61, 71
Keimzahlen .....	19
Klauenpflege.....	20
Kohlenhydrate.....	15f., 23f., 41
Krankheiten.....	17, 19ff., 49
Kreuzallergie.....	34
Kuhmilch.....	24ff., 30ff., 40ff., 47ff., 52., 68ff.
Kuhmilch-Intoleranz .....	24, 32
Kupfer .....	17, 57f., 60, 63, 71
Laktalbumin.....	24ff., 29, 32
Laktation.....	16f., 20ff., 25f., 45
Laktoglobulin .....	24ff., 32ff., 51
Laktose.....	15f., 41f.
Laktose-Intoleranz .....	41

Linolsäure.....	22, 35ff., 40ff., 73
Listeriose .....	18
Micelle.....	26f., 29
Mineralstoffe .....	54ff., 57ff.
Molkenprotein .....	24ff., 29, 31
Pansenmikroben.....	16
Protein.....	15f., 24ff., 29, 31ff., 39ff., 70
Rohmilch .....	19, 45
Säuglingsnahrung .....	34, 52, 69
Schafmilch .....	8, 26, 36ff, 65f., 73f.
Taurine .....	32, 70
Vitamin A .....	44, 48f., 52f., 70
Vitamin B 12.....	42f., 51ff., 71, 73f.
Vitamin B 6.....	47f., 50ff.
Vitamin D .....	42ff., 47ff., 52, 71, 74
Vitamine .....	42ff., 46ff., 69
Wertigkeit, biologische .....	31, 35
Wesenqualität .....	73
Wiederkäuer.....	15f., 37f., 41, 46, 73
Zellzahlen.....	19f.,
Ziegenbestand .....	6, 9, 69
Ziegenbutter.....	66, 71
Ziegenjoghurt .....	66, 71
Ziegenkäse .....	6f., 67f., 71f.
Ziegenmilch, pasteurisiert .....	65, 72
Ziegenrassen .....	9, 17, 22f, 53, 58, 68
Züchtung.....	9, 11, 28

### **Autorennotiz:**

Brigitte Kengeter, Dipl. Oekotrophologin, verh., 3 Kinder, arbeitete zwei Jahre in der Produktentwicklung von „United Biscuits“ in London. Nach der Geburt ihrer Zwillinge Rückkehr nach Deutschland, wo ihr drittes Kind geboren wurde. Jetzt wieder in London lebend. Durch ihr Elternhaus – Der Großvater war Demeter-Landwirt – lag ihr Interesse immer schon im alternativen Ernährungssektor.